ISSN 0376-477X

中華農業研究

第四十一卷　　第四期

目　次

水稻分蘗之生理研究 V.穀粒充實期間氮含量變化與產量之關係 …張富洲　劉大江…311
稉稻產量構成要素及農藝性狀對產量穩定性之影響 …呂秀英　呂椿棠　陳正昌…317
玉米族群 ETO Illinois 之遺傳變異與產量潛力 ………盧煌勝　何千里　謝光照…331
落花生早期世代全互交分析之研究 ……………………楊金興　曹文隆　鄭耀星…338
鐘麻品種特性調查及產量性狀間之相關研究 …………邱善美　呂秀英　胡敏夫…349
不同時期的乾旱處理對梨樹枝梢生長之影響 …………………施昭彰　向為民…357
免疫酵素分析測定臺灣馬鈴薯病毒之發生與優良品系之
抗 Y 病毒反應……………………鄧汀欽　曹幸之　蔡淑娓　黃秋雄　曾明懋…361
相對濕度計標準校正裝置之製作試驗 ……………………………陳加忠　曹之祖…371
遮蔭裝置對溫室微氣候影響之研究 ………………………………陳加忠　陳志昇…382
落花生聯合收穫機之改良試驗 ………………梁連勝　顏秀榮　蔡致榮　陸龍虎…405
微處理機在農業上之應用 (一)柑桔貯藏庫之改良研究 …………………賴建洲…414
果樹樹型整修機械之研究 ……………………陸龍虎　梁連勝　蔡致榮　鄧永興…425

中華民國八十一年十二月
臺灣省農業試驗所出版
中華民國 臺灣省 臺中縣 霧峰鄉

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）41(4)：311～316（1992）

水稻分蘗之生理研究
V.穀粒充實期間氮含量變化與產量之關係[1]

張富洲　劉大江[2]

摘要：本試驗以大粒型水稻品種 Pegonil 與中粒型品種臺農67號，及以後者爲輪迴親經回交5—6次並自交6—7次且具大粒特性（千粒重爲32—34g）後代品系爲材料，探討單一大分蘗在抽穗後之氮素累積與利用性狀，以瞭解對產量生理的影響。試驗結果顯示回交後代BC—5之產量高於臺農67號，BC—6產量則與臺農67號相近，又以 Pegonil 產量最低。抽穗期葉面積及單位面積葉片氮素含量不能反應產量表現，如以抽穗期單位葉面積及單位面積葉片氮素含量爲基準計算產量效率，則仍以 Pegonil 最低，其餘三個品種（系）間的差異較小。回交品系在抽穗後具有較高的相對累積氮素能力，顯示穀粒充實期間的氮素供需較爲平衡，可能與高產潛能有關，建議爲一值得利用的優良生理性狀。Pegonil 及 BC—6品系於抽穗期之葉片氮素、葉綠素及可溶性蛋白質濃度均高，但前者各項濃度在穀粒充實期間急速下降，後者則否，顯示不同之老化及氮素再轉移速率，應與產量表現有密切關係。二期作稻抽穗期葉片葉綠素濃度高於一期作，但可溶性蛋白質與葉綠素濃度比值則顯著以一期作爲高，且產量與抽穗後18日之可溶性蛋白質與葉綠素濃度比值呈顯著之正相關，顯示穀粒充實後期之葉片供源能力對產量表現仍極重要，是在追求提高產量效率時應予注意的問題。

關鍵詞：水稻、粒重、氮素利用、產量效率

作物供源（source）與積儲（sink）能力平衡與否，與產量間的關係極爲密切，兩者均可能爲產量的限制因子（Evans，1975）。在水稻方面， Wei et al.（1984）曾比較抽穗及成熟期間莖稈非構造性碳水化合物濃度的變化，推測本省中部地區第一期作水稻的產量受限於積儲容量：張等（1989 a,b）探討利用大粒種水稻種源謀求提高水稻產量的可行性，雖然證實臺農67號具大粒特性的近同源系具有較高的供源能力，但由於積儲容積因一穗粒數過低而無法大幅提升，未能顯著改進產量表現。

大粒型品種 Pegonil 具有短稈及分蘗稍多的特性（郭與張，1985），在氮素代謝與利用方面有別於一般中粒型品種（魏等，1989）；由於 Pegonil 品種穀粒氮素濃度較高，抽穗後葉片氮素大量轉移至穀粒，可能爲加速葉片老化的重要原因之一（Feller，1986），以致限制產量。但利用臺農67號與 Pegonil 所育成之前者大粒型近同源系，在穀粒氮素濃度、氮素利用效率及葉片氮素代謝酵素活性的表現方面，具有相當大的變異，部份品系並顯現較高的產量潛能（張等，1989b；魏等，1989），顯示經由增大積儲容積以提高產量，在理論上仍具有可能性。

水稻葉片氮素含量與光能利用率（radiation use efficiency）間的關係因品種而異（Sinclair and Horie，1989），而葉片中75％的蛋白質係位於葉綠體內（Dalling，1985）。由於 Pegonil、臺農67號及後者具大粒特性近同源系的葉片含氮量不同（魏等，1989），在穀粒充實期的氮素供需平

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第1638號。水稻回交品系材料係本所農藝系稻作研究室郭益全博士提供，謹致謝意。
2. 本所農藝系助理與研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

衡關係亦有差異（張等，1989a），因此有必要對抽穗後葉片含氮化合物的變化加以探討，藉以對各基因型的供源能力表現有更深入的瞭解。本試驗因而採用中粒型栽培品種臺農67號與 Pegonil，及以臺農67號爲輪迴親之回交多次並具大粒特性後代品系爲材料，比較抽穗期葉片面積及生理性狀與產量間的關係，並對可溶性蛋白質與葉綠素的濃度變化加以分析，以期瞭解水稻粒型與氮素利用性狀間的關係，建立謀求提高水稻產量所需的生理資訊。

材料與方法

本試驗採用中粒型品種臺農67號與大粒型水稻品種 Pegonil，及以前者爲輪迴親經回交5次並自交7次（BC—5／F—7）及回交6次並自交6次（BC—6／F—6）且具大粒特性（千粒重爲32—34g）品系爲材料，於民國79年第一期作於田間栽培，收穫後將所得種子繼續於二期作試驗，兩回交品系依序爲 BC—5／F—8及 BC—6／F—7。田間水稻栽培依慣行法管理，水稻進入抽穗期前並以鳥網覆蓋，以預防鳥害。試驗採用逢機完全區集設計，重複四次。

於各水稻品種（系）抽穗時，至田間標定同時抽穗之大分櫱，每小區至少標定150穗，在抽穗及成熟期自每小區逢機選取30個分櫱爲樣品，以LI—3100（LI-COR Co.，USA）葉面積計測量葉面積，再將分櫱各器官烘乾（80°C，48—72hr），秤量乾物重量，磨粉後利用 semi-micro Kjeldahl 方法分析氮素濃度，並以此濃度與乾物量之乘積爲氮素累積量；成熟期並計算稻穀產量。

又於水稻抽穗期及抽穗後18日各逢機選取5個分櫱爲樣品，分析自頂端計數第二葉片（劍葉下之葉片）之葉綠素與可溶性蛋白質濃度，其方法係將葉片以0.1 M Tris（pH＝7.5）緩衝液萃取，葉綠素依 Wintermans and de Mots（1965）法分析，萃取液經離心後，以 BIO-RAD dye-binding 方法（BIO-RAD Chemical Div.，1989）分析可溶性蛋白質濃度。

各項試驗結果均經變方分析，並以 Duncan's New Multiple Range Test 比較品種（系）間之差異顯著性。

結果與討論

回交品系 BC—5在第一、二期作栽培之千粒重分別爲32.17及32.97g，BC—6之千粒重分別爲34.08與34.55g，顯示具有大粒特性，表現亦極穩定，與以往試驗所得結果相符（魏等，1988）；大粒型品種 Pegonil 在第一、二期作之千粒重高達45.26及43.77g，臺農67號則分別爲25.56及26.44g（資料未列出）。

供試水稻品種（系）在穀粒充實期間一分櫱之乾物累積量與產量資料列於表1，在第一期作以 BC—5／F—7之表現最優，臺農67號及 BC—6／F—6居次，Pegonil 品種最低，第二期作的表現相同，且兩性狀間具有極顯著的相關，即抽穗後單一分櫱總乾物累積量高者，其產量亦高。單一分櫱在抽穗期之葉面積資料亦列於表1，在一期作以 Pegonil 品種最高，臺農67號及 BC—6／F—6較低，但第二期作則以 BC—5／F—8之葉面積最大，臺農67號最低，第二期作之葉面積略低於第一期作；張與劉（1991）曾以11個水稻栽培品種進行試驗，指出基因型間的葉面積表現在期作間有異，抽穗期單一分櫱之面積以第一期作爲高，且第一期作葉面積與產量間的關係不明確，但第二期作之葉面積與產量呈極顯著的正相關，因此建議第二期作產量可能受限於葉面積，本試驗也獲致相似結果。

如以抽穗期葉面積爲基準計算產量效率（單位爲 mg/cm^2 leaf area），則臺農67號及兩個回交品系之間於兩期作均無差異，其值介於25.1—27.5之間，但 Pegonil 品種之產量效率則較其他品種（系）低25—35%（表1），顯示 Pegonil 單位面積葉片相對應的稻穀產量較低，影響產量表現。如果由葉片光合成能力的觀點探討 Pegonil 品種產量效率較低的可能原因，Sincair and Horie（1989）曾指出葉片氮素濃度或含量與光合能力及光能利用效率有關，並認爲在1.6g N/m^2 leaf area 以下的

範圍內，葉片氮素含量與光合能力呈正相關；由本試驗測定抽穗期葉片氮素含量所得結果，顯示單位面積葉片之氮素含量於第一、二期作均以臺農67號及 BC—6品系較高， Pegonil 與 BC—5品系較低，其值介於1.43—1.73g N/m^2 leaf area 之間；在單一分蘗所有葉片的總氮素含量方面，僅於一期作以 BC—6品系較高，其餘均無顯著差異（表1）。但如以抽穗葉片每一單位氮素含量爲基準計算產量效率（單位爲 mg/mg leaf N），兩個期作同以 BC—5品系臺農67號較高， Pegonil 品種最低。經由相關分析得知，稻穀產量與上述兩種基準計算而得之產量效率間，雖有極顯著的正相關，但與抽穗期葉片氮素總含量或單位面積葉片氮素含量則無一定關係存在，推測原因，一方面可能爲各品種（系）抽穗期葉片氮素含量均已甚高，另一方面可能爲水稻葉片氮素含量在抽穗後持續下降，其下降速率在基因型間亦有不同，因此不能以抽穗期之氮素含量代表整個穀粒充實期間的乾物質生產能力，而應注意穀粒充實過程中葉片生理活性的變化。

Table 1. Leaf area (LA),leaf N content (LN),dry matter accumulation (DMA) and grain yield of Tainung 67 and Pegonil rice varieties and their backcross offsprings grown in the first and second crop seasons

Crop Season	Genotype	DMA during Grain-fill (g/tiller)	Grain Yield (g/tiller)	Leaf Area at Heading (cm^2/tiller)	Leaf N at Heading		Yield Efficiency	
					mg/tiller	g/m^2	mg/cm^2 LA	mg/mg LN
First Crop	Tainung 67	3.58b	3.97b	144.2b*	24.7b	1.71a	27.5a	161a
	Pegonil	2.24c	2.77c	159.4a	24.2b	1.52b	17.4b	115c
	BC—5/F—7	4.10a	4.18a	152.1ab	22.7b	1.49b	27.5a	184a
	BC—6/F—6	3.79b	3.84b	146.3b	27.2a	1.86a	26.3a	141b
Second Crop	Tainung 67	3.08b	3.24b	126.8c	21.0a	1.66a	25.6a	154b
	Pegonil	2.15c	2.56c	135.6b	21.5a	1.59ab	18.9b	119c
	BC—5/F—8	3.77a	3.87a	147.2a	21.0a	1.43b	26.3a	184a
	BC—6/F—7	3.46a	3.35ab	133.3b	23.0a	1.73a	25.1a	146b

*Means with the same letter within each column of a crop season are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

對多數禾穀類作物而言，穀粒充實所需氮素的重要來源之一，是營養器官在抽穗期前所累積的氮素，而這種氮素再轉移是導致植株生理活性下降與老化的重要原因(Dalling，1985；Feller，1986)。本試驗結果顯示水稻分蘗營養器官在抽穗期已累積之氮素量，佔成熟期最終氮素含量之69—82%，以 Pegonil 品種最高，兩個回交品系最低，而抽穗後的氮素累積量與穀粒氮素含量比值，則以 Pegonil 最低，回交品系最高（表2），換言之，雖然供試水稻的氮素收穫指數（N havest index）的變異幅度較小（表2），但是 Pegonil 品種因穀粒氮素濃度較高（資料未列出）及抽穗後葉片氮素同化能力低落（魏等，1989），氮素再轉移程度高於其他品種（系），致使葉片提早老化，影響產量表現。

Table 2. Characteristics of N assimilation during grain-filling by tillers of Taiung 67 and Pegonil rice varieties and their backcross offsprings grown in the first and second crop seasons

Crop Season	Genotype	N Content at Heading (mg/tiller) (A)	N Content at Maturity (mg/tiller) (B)	N Harvest Index	A/B	Ratio of N accumulation after Heading to Grain N
	Tainung 67	46.83ab*	63.40b	0.67a	0.742b	0.390b
First	Pegonil	44.30b	55.80c	0.70a	0.797a	0.294c
Crop	BC—5/F—7	41.36b	60.31b	0.70a	0.688c	0.449a
	BC—6/F—6	51.23a	70.80a	0.64b	0.724b	0.432a
	Tainung 67	38.31b	49.00b	0.70a	0.782a	0.311b
Second	Pegonil	40.55ab	49.39b	0.71a	0.821a	0.252b
Crop	BC—5/F—8	39.63b	53.84b	0.69a	0.736b	0.383a
	BC—6/F—7	43.14a	61.42a	0.66b	0.702b	0.451a

*Means with the same letter within each column of a crop season are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

前述推論可由表3資料獲得證明，經於抽穗期及抽穗後第18日分析第二葉片之葉綠素及可溶性蛋白質濃度，發現雖然各基因型間在抽穗期之濃度約略相近，但抽穗後第18日的表現則有極大差異Pegonil 品種的葉綠素及蛋白質濃度極顯著低於其他品種（系）；計算可溶性蛋白質與葉綠素濃度比值，也有相同的結果（表3），顯示 Pegonil 品種在抽穗後第18日的生理活性已明顯下降。

表3資料同時顯示兩個值得注意的事實，其一爲第二葉片可溶性蛋白質與葉綠素濃度的比值，經由相關分析得知，單一分蘖稻穀產量與抽穗期之比值並無顯著相關，但與抽穗後第18日葉片可溶性蛋白質與葉綠素濃度比值則有顯著之正相關，顯示充實後期葉片生理活性對產量具有明顯之影響；此外，此一比值，以一期作高於二期作，且臺農67號與兩個回交品系在抽穗後第18日之比值並未下降，亦

Table 3. Concentrations of chlorophyll and soluble protein the second leaf blade of Tainung 67 and Pegonil rice varieties and their backcross offsprings grown in the first and second crop seasons

Crop Season	Genotype	Chlorophyll (mg/gfw)		Sol. Protein (mg/gfw)		Sol. Protein/Chlor.	
		Heading	18 DAH*	Heading	18 DAH*	Heading	18 DAH*
	Tainung 67	2.37b**	1.24b	35.75b	21.25b	15.08a	17.14a
First	Pegonil	2.59ab	0.82c	41.38a	10.30c	15.98a	12.56b
Crop	BC—5/F—7	2.41b	1.13b	33.46b	18.28ab	13.88a	16.18a
	BC—6/F—6	2.73a	1.64a	42.44a	30.13a	15.55a	18.37a
	Tainung 67	2.68ab	1.11b	33.26a	15.39b	12.41a	13.87a
Second	Pegonil	2.76ab	0.59c	36.54a	6.59c	13.24a	11.17b
Crop	BC—5/F—8	2.52b	0.96bc	34.09a	12.14b	13.53a	12.65a
	BC—6/F—7	2.89a	1.75a	38.85a	23.58a	13.44a	13.47a

*DAH：days after heading.
**Means with the same letter within each column of a crop season are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

即基因型間有變異性存在。由於葉片所含氮素的75%係於葉綠體內構成蛋白質，並與光合作用有密切的關係（Dalling, 1985），換言之，第二期作水稻抽穗期單位面積葉片的葉綠素濃度雖較一期作爲高（表3），但至穀粒充實中後期，由於可溶性蛋白質與葉綠素濃度及兩者間的比值均顯著下降，除導致光合作用之光反應不能順利進行外，依賴 ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase 之暗反應速率更因蛋白質水解而降低，因此不一定具有較高的光合作用能力；此一現象在 Pegonil 品種最爲明顯。

第二項特點爲 BC—6回交品系抽穗期之葉片氮素含量（表1）及葉綠素與可溶性蛋白質濃度均爲最高，在抽穗後第18日之葉綠素與可溶性蛋白質濃度及兩者間比值亦顯著優於其他品種（系）（表3），但穀粒充實期間的全分蘗乾物質生產能力及穀粒產量則低於另一回交品系，亦即其高葉片生理活性未能反應於產量，是否此一大粒型回交品系因一穗穎花數較少，以致產量受限於積儲容積，爲一值得再予探討的問題。

引用文獻

1. 郭益全、張德梅。1985。水稻臺農67號大粒 isogenic 系統之育成初報。中華農業研究 34：402—409。
2. 張富洲、魏夢麗、劉大江。1989a。水稻臺農67號及其粒重型近同源系之光合物質與氮素供需關係比較。中華農業研究。38：157—160。
3. 張富洲、郭益全、劉大江。1989b。水稻粒種變異與植株氮素濃度、利用效率及產量之關係。中華農學會報 新145：32—44。
4. 張富洲、劉大江。1991。水稻分蘗之生理研究 IV. 不同節位葉片形態性狀與稻穀產量間之相關。中華農藝 1：21—34。
5. 魏夢麗、郭益全、劉大江。1988。水稻粒重變異與產量及相關生理性狀間關係之研究。中華農學會報 新 142：26—41。
6. 魏夢麗、張富洲、劉大江。1989。不同粒重水稻品種葉片形態與氮素代謝性狀差異比較。中華農業研究 38：277—290。
7. BIO-RAD Chemical Division.1989. Bio-Rad protein assay. The Division, Richmond, CA. 18p.
8. Dalling, M. J.1985. The physiological basis of nitrogen redistribution during grain filling in cereals. In：Exploitation of Physiological and Genetic Variability to Enhance Crop Productivity（J. E. Harper, L. E. Schrader and R. W. Howess, eds.）. Amer. Soc. Plant Plant Physiol., Rockville, Maryland.
9. Evans, L. T.1975. The physiological basis of crop yield. In：Crop Physiology-Some Case Histories（L. T. Evans, ed.）. Cambridge Univ. Press, London.
10. Fellet, U.1986. Proteolytic enzymes in relation to leaf senescence. In：Plant Proteolytic Enzymes（M. J. Dalling, ed.）.Vol. II. CRC Press, Boca Raton, Florida.
11. Sinclair, R. R. and T. Horie. 1989. Leaf nitrogen, photosynthesis and crop radiation use efficiency：a review. Crop Sci. 29：90-98.
12. Wei, M. L., Y. C. Kuo and D. J. Liu. 1984. Physiological studies of rice tillers. II. Productivity of varieties differing in grain volume. J. Agri. Res. China 32：12-23.
13. Wintermans, J. F. G. M. and A. Mots.1965. Spectrophotometric characteristics of chlorophylls and their pheophytins in ethanol. Biophys. Acta 109：448-453.

Physiological Studies of Rice Tillers. V. Changes in N Contents During Grain-Filling in Relation to Grain Yield[1]

F. C. Chang and D. J. Liu[2]

Summary

A medium-grain variety, Tainung No. 67,a large-grain variety, Pegonil, and one each of their BC-5 and BC-6 offsprings with grain weight of 32 and 34 mg were used in this experiment. Large tillers were sampled from heading to matrurity to examine the characteristics of N accumulation and distribution, and changes in concentrations of chlorophyll and soluble protein, for elucidating the relationship between grain yield and leaf physiological characters during the period of grain-filling. Experimental results revealed that grain yield was highest for the backcross strain BC-5 followed by Tainung No. 67, BC-6 strain, and Pegonil. N content per unit leaf area at heading was not correlated to grain yield at maturity. Yield efficiency, espressed as grain yield per unit leaf area at heading, was lowest for Pegonil, and no difference was observed among the other three genotypes. Backcross strains had higher N-accumulation ability during grain-filling as compared to the two varieties, indicating a more balanced supply and demand relationship of N, and hence higher yield potential. Pegonil and BC-6 strain had higher leaf N, chlorophyll and soluble protein concentrations at heading stage than Tainung No. 67 and BC-5 strain. However, decreases in concentrations of various N-containing compounds during grain-filling were also more pronounced for Pegonil. Chlorophyll concentration was higher for the second than for the first crop, but the ratio of soluble protein to chlorophyll concentrations were higher for the first crop rice. Grain yield was positively correlated with the ratio measured at 18 days after heading, indicating the importance of leaf photosynthetic ability during the later phase of grain-filling. Selection of genotypes possessing high soluble protein content is therefore suggested for improving the yield efficiency of rice.

Key words : Rice (Oryza sativa L.) , grain weight, N utilization, yield efficiency.

---

1. Contriobution No. 1638 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Research Assistant and Senior Agronomist, respectively, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 413, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 41(4)：317～330 (1992)

稉稻產量構成要素及農藝性狀對產量穩定性之影響[1]

呂秀英　呂椿棠　陳正昌[2]

摘要：本研究之目的在利用1990至1991年間11個稉稻品系於7個地區進行兩年各二期作的區域試驗資料爲分析材料，闡明稉稻產量構成要素及農藝性狀對產量穩定性的影響，並探討利用其他性狀進行間接選拔以提高稻穀產量穩定性的可行性。結果得知：

1. 不同期作下不同性狀配合直線迴歸模式的效率有相當之差異，各性狀之廣義遺傳率愈高，適用性也愈好。
2. 由於第一期作產量的平均值與穩定性係數間之正相關關係不存在，因此可從中選育出高產且穩定的品系，如臺稉育34號、4268號、4160號及4156號等四品系；第二期作之產量，各新育成品系似乎並無突出優秀之表現，且產量愈高者其穩定性也較差。
3. 對產量穩定性有影響的性狀在第一期作爲千粒重，第二期作則爲全生育日數；亦即千粒重較小或早熟品系的產量對環境之變化較爲穩定。但由於此等性狀對產量穩定性的影響結果似乎與遺傳機制無關，故將之應用於產量穩定性的間接選拔上，仍相當困難。

關鍵詞：遺傳率、間接選拔、稉稻、區域試驗、產量構成要素、產量穩定性。

維持產量穩定性 (yield stability) 的原因一般並不清楚，大致可分爲四種機制 (Heinrich *et al.,* 1983)：遺傳異質性 (genetic heterogeneity)，產量構成要素之補償作用 (yield component compensation)，壓力忍耐性 (stress tolerance) 以及可塑性 (plasticity，即壓力消失後快速恢復的能力)。以族群遺傳之觀點來看，異型接合體的基因型對環境變化較同質接合體較不敏感，而異質族群較同質族群對環境變異有較好的緩衝能力 (Lerner, 1954; Lewontin, 1957; Allard and Bradshaw, 1964)。Grafius (1957) 指出，產量爲一些主要性狀的綜合表現結果，這些性狀稱之爲產量構成要素。產量構成要素之間通常存在有互相補償的作用，即降低某一要素性狀之水準，可能會伴隨著另一構成要素的收量相對地增加，致使產量趨於穩定 (Grafius, 1969; Castleberry, 1973)。至於忍耐性及可塑性，則多發生在有問題的土壤或抵抗病蟲害的場合 (Mahadevappa *et al.*, 1979; Webster, 1972)。由於產量爲一種複合性狀，因此某些產量構成要素在育種過程中對環境壓力忍耐及可塑的能力與程度，亦將影響產量所表現出的穩定性 (Westerman and Lawrence, 1970; 松尾，1978, 1979; 片岡, 1981; Mohammad and Francis, 1983)；但其影響程度卻因作物或品種種類之不同而異，如 Bains and Gupta (1972) 於春作小麥，Aastveit and Aastveit (1984) 於大麥以及 Singh and Bains (1984) 於鷹嘴豆 (chickpea) 等，則並未發現產量與產量構成要素穩定性間有明顯之關係，此或許是因爲在發育調節作用上不同性狀多少有其自有遺傳系統或機制的部份 (Aastveit and Aastveit, 1984)。

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1639 號。
2. 本所農藝系副研究員、助理及助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

作物產量及其構成要素均爲數量性狀，其變異通常受一群作用相似且效果微小的數量基因控制，基因間又有相加相乘的作用，因此其穩定性遺傳率一般均甚低，特別是用迴歸離差均方所評估的穩定性，故甚難對其進行直接的選拔（Becker and Léon, 1988）；如能利用其他性狀的間接選拔，當可增進產量穩定性的選拔反應，目前成功的實例有雙穗玉米較單穗玉米在低產環境下穩定性較高（Russell and Eberhart, 1968; Cross, 1977），晚熟玉米品種較適於高產環境（Löffler *et al*., 1986），小粒型大豆比大粒型大豆表現穩定（Dantuma *et al*., 1983）等，但也有其他不同作物之試驗結果指出，針對其他性狀的間接選拔雖可應用於提高抗病能力之穩定性，但對於植物形態或產量要素之穩定性分析則較難具效率。在水稻方面的相關研究並不多見，根據松尾（1978，1979）之試驗結果，水稻產量性狀的穩定性與其相關形態性狀表現型的可塑性之間有密切關係，例如穗數與穗長，千粒重與株高。而片岡（1981）則認爲水稻品種穗數所表現出的穩定性，決定在幼穗形成期之葉面積及光合作用能力對環境適應的程度。

稻穀產量由穗數、千粒重、稔實率及一穗穎花數等四要素所構成（松島，1976），除穗數在水稻生育早期形成外，其餘三者均在幼穗分化期以後形成。從水稻生育過程觀之，在最高分櫱期前，其產量受單位面積穗數的支配，自最高分櫱期至抽穗前則主要受一穗穎花數的支配，抽穗後則受稔實率和千粒重的支配（鄔等, 1975; 謝, 1978）；換言之，稻穀產量的形成是由一連串錯綜複雜的生長過程貫穿而成。這些生育過程的變化均足以影響作物的生長，且與環境因子互相作用，終而作用於稻穀產量。因此探討產量構成要素與環境間的互相關係，將有助於對產量穩定性的瞭解。本研究之目的即在利用1990至1991兩年各二期作的粳稻區域試驗資料爲分析材料，闡明粳稻主要農藝性狀（包括產量構成要素）與產量穩定性間的關係，藉以瞭解粳稻產量構成要素及農藝性狀對產量穩定性的影響，並探討利用其他第二性狀進行間接選拔以提高稻穀產量穩定性的可行性。

材料與方法

試驗材料與方法

以1990年至1991年（民國79至80年）計二年四期作的粳稻區域試驗資料爲分析材料，所使用之11個參試品系及7個試驗地區如表1所列。除了臺粳育3930號及其參考品種高雄141號爲早熟品種（系）之外，其他8個新育成品系及對照品種臺農67號均爲中晚熟品種（系）。

表1. 粳稻於1990至1991兩年各二期作區域試驗之參試品種（系）及環境

Table 1. Rice strains/varieties and test locations for regional yield trials in 1990 and 1991

品 種（系） Strain/Variety	環 境 Location
1. 臺粳育34號	1. 桃園新屋
2. 臺粳育8269號	2. 彰化大村
3. 臺粳育4268號	3. 嘉義鹿草
4. 臺粳育2170號	4. 屏東
5. 臺粳育4160號	5. 臺東
6. 臺粳育4156號	6. 花蓮
7. 臺粳育2370號	7. 宜蘭三星
8. 臺粳育2970號	
9. 臺粳育67號（CK1）	
10. 臺粳育3930號	
11. 高雄141號（CK2）	

。試驗方法採用逢機完全區集摺疊設計法（randomized complete block with nested design），中晚熟及早熟品系合併設計但區分排列，重覆4次，按當地高級產量試驗標準，5行區，每行20株，4～6本植，小區面積4.5㎡，行株距30×15cm（仿機插之栽培密度），並依當地農時實施，田間作業管理採一般方式執行。調查項目包括：全生育日數（移植至成熟）、成熟期株高（cm）、穗數、穗長（cm）、穗重（g）、一穗穎花數、稔實率（%）、千粒重（g）及稻穀產量（kg／ha）。

統計方法

各性狀試驗資料以直線迴歸模式進行穩定性分析。其方法係以各環境之平均產量與整個試驗的總平均產量之偏差，作爲該一試驗的環境效應估值，稱之爲環境指標（environmental index），而將各基因型之交感效應（Perkins and Jinks, 1968）或平均產量（Finlay and Wilkinson, 1963）隨這些指標作迴歸的分析，並以最小自乘法（least squares method）估計迴歸係數（b 或 b′），b+1=b′，一般稱 b′ 爲穩定性係數（stability index）；利用穩定性係數和品種平均表現值可以評估基因型的穩定性及生產力。設有 m 個基因型於 n 個不同環境下重覆 r 次的試驗資料，則直線迴歸穩定性分析之數學模式如下：

$$Y_{ijk} = m + G_i + E_j + I_{ij} + d_{ij} + e_{ijk} \quad [1]$$

$$= m + G_i + E_j + b_i E_j + d_{ij} + e_{ijk} \quad [2]$$

$$= m + G_i + b'_i E_j + d_{ij} + e_{ijk} \quad [3]$$

式中 i=1..m, j=1..n, k=1..r。

而 Y_{ijk} ：基因型（品系）i 在環境 j 中第 k 次重覆的觀測值；

m ：總平均值；

G_i ：基因型 i 的遺傳效應；

E_j ：環境 j 的效應；

I_{ij} ：基因型 i 與環境 j 之交感效感；

d_{ij} ：迴歸剩餘機差；

e_{ijk} ：試驗機差。

並且可估算變方分析表如表2。

表2. 區域試驗變方分析表

Table2. Analysis of variance table for regional yield trials

變因 Source	自由度 D.F.	平方和 Sum of squares	均方 Mean square	均方期望值 Expected mean squares Fixed model	Mixed model+
Genotype(G)	m−1	SS(G)	MS(G)	$\sigma^2+rn\sigma_G^2$	$\sigma^2+r\sigma_d^2+rn\sigma_G^2$
Environment(E)	n−1	SS(E)	MS(E)	$\sigma^2+rm\sigma_E^2$	$\sigma^2+rm\sigma_E^2$
G×E	(m−1)(n−1)	SS(GE)	MS(GE)	$\sigma^2+r\sigma_{GE}^2$	$\sigma^2+r\sigma_{GE}^2$
Heterogeneity(b)	m−1	SS(b)	MS(b)	$\sigma^2+r\sigma_d^2+rn\sigma_b^2$	$\sigma^2+r\sigma_d^2+rn\sigma_b^2$
Deviation(d)	(m−2)(n−1)	SS(d)	MS(d)	$\sigma^2+r\sigma_d^2$	$\sigma^2+r\sigma_d^2$
Error	r(m−1)(n−1)	SSE	MSE	σ^2	σ^2

+：假設 G 爲固定型效應，E 爲逢機型效應。

+：Assuming G effect is fixed and E effect is random.

在獲致初步變方分析之同時，過去學者多會以變方分析中的交感效應直線性比例（% G×E linear; Omolayo, 1990）或變方直線性比例（l.p. %; Fripp and Caten, 1971; Lu and Wu, 1987）來概估呈直線性之品系所佔的比例，藉以將直線迴歸分析法應用上的效率（effectiveness）予以數量化。本研究將同時考慮該兩種估算方法，以探討各性狀對直線迴歸穩定性分析的適用程度，並比較兩者間結果及意義上的差異。該兩種比例值之估算公式定義如下：

$$\% \ G\times E \ \text{linear} = [SS(b)/SS(GE)] \times 100 \quad [4]$$

$$\text{l.p.}\% = [l/(l+nl)] \times 100 \quad [5]$$

其中 SS(b)，SS(GE)分別爲變方分析表（表2）中所示之迴歸間差項及交感效應平方和；l=MS(b)－MSE，nl=MS(d)－MSE，而 MS(b)，MS(d)，MSE 各爲變方分析表（表2）中之迴歸間差、剩餘機差及試驗差項均方。

Breese（1969）認爲在進行品種區域性試驗後，應同時以平均值及穩定性大小爲選拔的依據，故提倡考慮平均值及環境反應之廣義遺傳率估算法如下：

$$\text{Hb}(\%) = \frac{\sigma_G^2 + \sigma_b^2}{\sigma_G^2 + \sigma_b^2 + \sigma_d^2 + \sigma^2} \times 100 \quad [6]$$

式中各變方成份估值可由表 2 之變方分析中均方期望值的關係計算求得。本研究將利用此方法估算在同時考慮環境變化時之各性狀的遺傳率，以便進而瞭解各性狀遺傳率與配合直線迴歸穩定性分析之效率間的關係。

最後則以相關分析計量各種性狀與產量之穩定性間的關係，藉以瞭解稉稻產量構成要素及其他農藝性狀對產量穩定性的影響。

結果與討論

爲明瞭各性狀在不同品系及環境下之差異，將資料進行變方分析，結果列於表3。由表中得知，各性狀於第一、二期作因地點及品系之不同，皆有極顯著之差異（達1%之水準）。第一期作之穗長、一穗穎花數、稔實率以及第二期作之穗重、一穗穎花數、稔實率、產量的迴歸間差項呈顯著或極顯著存在，表示就上述性狀而言，各品系之基因型與環境交感效應（GXE）不但可與環境指標（E）呈直線關係，由各品系所估得之迴歸係數間亦有差異存在。此亦可由表4之直線性比例估值獲得印證，不論是以交感效應直線性比例（% G×E linear）或變方直線性比例（l.p.%）表示，這些性狀均大於其他性狀。由於交感效應直線性比例是以直線平方和佔交感效應平方和之比例值爲測度單位，故有異於 Fripp and Caten（1971）所提之以變方爲主之直線性比例，而從本研究之試驗材料分析結果，前者所估得之數值甚小於後者。比較實際根據個別迴歸分析所得的結果（表5），除了臺稉育2970號第一期作株高、臺稉育3930號第一、二期作一穗穎花數以及高雄141號第一期作一穗穎花數之穩定性係數不顯著之外（即直線性不存在），所有性狀各品系之交感效應皆可與直線關係配合良好，顯然利用該兩種直線性比例估算法所求得的結果有低估的現象，尤其是交感效應直線性比例法；變方直線性比例因爲與變方分析表中之迴歸間差項均方直接有關，故當此均方愈大至極顯著時，則其評估結果將更接近於實際數值。由於迴歸間差項顯著存在時，進行品系間相對穩定性的評價始具效率，即各品系顯著存在的迴歸係數（穩定性係數）間存有差異可互相比較，因此，變方直線比例法雖較實際偵出結果略爲低估，但其所估得之保守數值，與其說是用來估計呈直線性之品系所佔的比例數值，不如定義爲直線迴歸模式應用於穩定性分析的效率。就論證直線迴歸模式之適用性的立場而言，當供試

品系數甚多時，變方分析後再進行各品系之個別迴歸分析實在麻煩，利用變方分析中之均方所估得之直線比例估值，倒不失爲可資直接而迅速地提供訊息之少數方法之一。而過去爲部份學者習於採用的交感效應直線性比例，根據本研究結果，由於有過度低估的現象，故在穩定性分析上的引用意義不大。

表3. 11個稉稻品系於1990年一期作至1991年二期作在7個地區進行之區域試驗各性狀之變方分析(固定型)

Table 3. ANOVA of agronomic and yield traits for 11 japonica rice genotypes across 7 locations in the first and second crop seasons of 1991 and 1992 (fixed model)

		均方 Mean square								
變因 Source	自由度 D.F.	全生育日數 Growth day	株高 Plant height(cm)	穗數 Panicle number	穗長 Panicle length(cm)	穗重 Panicle weight(g)	一穗穎花數 Spikelets per panicle	稔實率 Seed-set(%)	千粒重 1000-kernel weight(g)	產量 Yield (kg/ha)
一期作 1st crop										
Genotype(G)	10	857.6 **	1,181.2 **	108.4 **	30.7 **	3.0 **	6,117.8 **	1,034.2 **	104.8 **	4,573,113.5 **
Environment(E)	13	2,800.3 **	942.9 **	196.0 **	44.9 **	4.1 **	5,344.0 **	3,808.6 **	110.1 **	55,724,295.6 **
G×E	130	19.0 **	43.6 **	4.2 **	1.4 **	0.2 **	337.0 **	122.7 **	4.3 **	970,736.5 **
Heterogeneity(b)	10	14.9	54.2	5.1	2.7 *	0.3	1,502.6 **	405.8 **	2.3	965,609.2
Deviation(d)	120	19.4 **	42.7 **	4.1 **	1.3 **	0.2 **	239.8 **	99.1 **	4.4 **	971,163.8 **
Error	462	0.4	8.4	2.2	0.4	0.1	120.8	17.1	0.9	154,007.2
二期作 2nd crop										
Genotype(G)	10	979.2 **	1,019.3 *	50.5 **	14.7 **	2.4 **	6,251.9 **	564.7 **	87.2 **	3,338,075.0 **
Environment(E)	13	2,834.8 **	1,313.3 **	132.3 **	32.0 **	5.9 **	4,367.7 **	2,392.7 **	256.5 **	43,657,070.8 **
G×E	130	35.2 **	57.2 **	2.4 **	1.3 **	0.1 **	270.6 **	68.9 **	3.9 **	433,432.7 **
Heterogeneity(b)	10	23.4	36.8	1.3	1.6	0.5 **	1,011.8 **	137.5 *	6.2	952,874.7 *
Deviation(d)	120	36.2 **	58.9 **	2.5 **	1.3 **	0.1 **	208.9 **	63.1 **	3.7 **	390,145.9 **
Error	462	2.4	29.5	1.6	0.6	0.1	94.7	18.6	1.2	78,248.3

*,**：達5%及1%顯著水準。

*,**：Significant at 5% and 1% levels, respectively.

由表4之變方直線性比例估算結果，可知不同期作下不同性狀配合直線迴歸模式的效率有相當之差異，第一期作以一穗穎花數及稔實率最高，分別爲92%及83%，其次爲穗長之71%，第二期作則以穗重及一穗穎花數最高，分別爲92%及89%，其次爲稔實率及產量，各爲73%及74%，其他性狀則均不高。Omolayo (1990) 以交感效應直線性比例法作爲直線迴歸模式適用的效率估計值，指出秋葵 (okra) 不同性狀的交感效應不盡能以環境之直線關係予以解釋，其性狀遺傳率愈高，則配合程度也愈高。由本研究所估計之各性狀的廣義遺傳率 (表4) 來看，稉稻第一期作之一穗穎花數及稔實率與第二期作之穗重及一穗穎花數之遺傳率確實最高，在70%～74%之間，而第一期作之穗長與第二期

作之稔實率及產量的遺傳率則居中，各爲57%、49%及56%，但全生育日數之遺傳率雖高達75%，其變方直線性比例估值卻不高。倘不計全生育日數，由圖1所示，遺傳率愈高的性狀，變方直線性比例估值確有增大的趨勢，即對直線迴歸穩定性分析模式的適用性愈好，其中又以第二期作比第一期作存在有更顯著的正相關關係。

表4. 稉稻一、二期作之廣義遺傳率及直線性比例估計值

Table 4. Broad sense heritability and linear proportion estimates for japonica rice in the first and second crop seasons

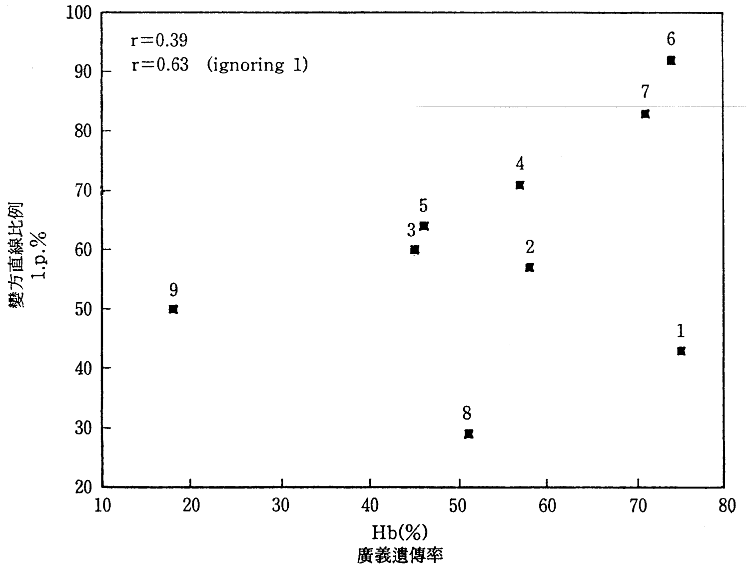
性狀 Character	廣義遺傳率 Hb (%)	交感效應直線性比例 % G×E linear	變方直線性比例 l.p.%
		一期作 1st crop	
全生育日數 Growth day	75	6	43
株高 Plant height (cm)	58	10	57
穗數 Panicle number	45	9	60
穗長 Panicle length (cm)	57	14	71
穗重 Panicle weight (g)	46	11	64
一穗穎花數 Spikelets per panicle	74	34	92
稔實率 Seed-set (%)	71	25	83
千粒重 1000-kernel weight (g)	51	4	29
產量 Yield (kg/ha)	18	8	50
		二期作 2nd crop	
全生育日數 Growth day	62	5	38
株高 Plant height (cm)	34	5	20
穗數 Panicle number	32	4	0
穗長 Panicle length (cm)	28	9	57
穗重 Panicle weight (g)	70	32	92
一穗穎花數 Spikelets per panicle	72	29	89
稔實率 Seed-set (%)	49	15	73
千粒重 1000-kernel weight (g)	54	12	67
產量 Yield (kg/ha)	56	17	74

Hb (%) : Broad sense heritability.

% G×E Linear : Percentage of the G×E interaction sum of squares accounted for by the linear regressions on environmental indices.

l.p.% : Percentage of the linear proportion by Fripp and Caten (1971).

(a) 第一期作 1st crop season



(b) 第二期作 2nd crop season

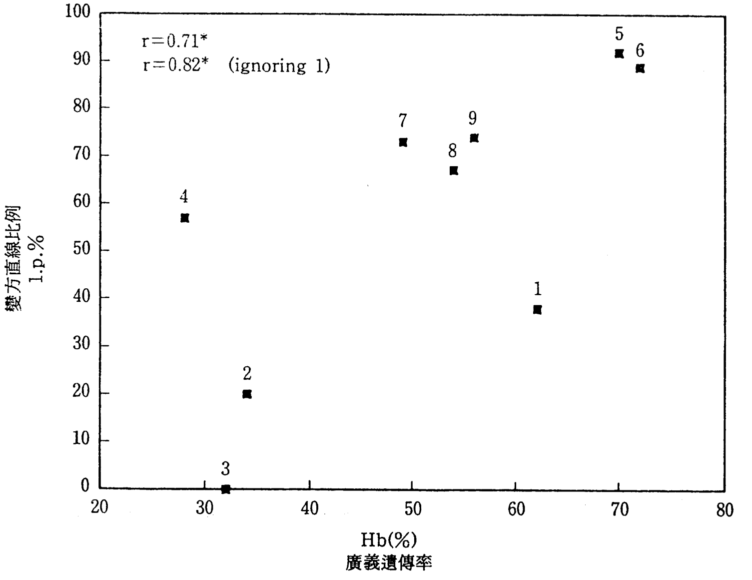


圖1. 稉稻性狀廣義遺傳率與變方直線性比例間之關係。
1：全生育日數，2：株高，3：穗數，4：穗長，5：穗重，
6：一穗穎花數，3：稔實率，8千粒重，9：產量

Fig1. Relationship between the broad sense heritability and linear proportion for different characters of japonica rice.
(a) 1st crop season, (b) 2nd crop season.
1：Growth day, 2：Plant height, 3：Panicle number, 4：Panicle length,
5：Panicle weight, 6：Spikeletes per panicle, 7：Seed-set (%) ,
8：1000-kernel weight, 9:Yield.

但無論如何，僅就表5之各品系個別迴歸分析結果而言，由於各性狀幾乎所有品系之直線性均顯著存在，因此所估得之穩定性係數仍具有評價之意義(唯當變方分析表中之迴歸間差項均方顯著時，各品系穩定性間始存有差異可予比較，而使得應用上更具效率)。11個稉稻參試品系在7處地區2年第一、二期作之各性狀的穩定性係數及平均表現值分別列於表5及表6。由表7各性狀之平均值與其穩定性係數間的相關分析，可知第一期作穗數、一穗穎花數及稔實率等性狀的平均值與穩定性係數之間呈極顯著相關，表示如果以該等性狀爲育種選拔目標，則不易選出穩定且高收量的理想品系，因爲穗數、一穗穎花數或稔實率愈高的品系，其穩定性係數也高，即相對於其他品系愈是不穩定。第二期作下則以穗長、穗重、一穗穎花數、稔實率及產量之平均值大的品系，對環境之變異愈是敏感（相關係數顯著或極顯著存在）。就第一期作產量而言，由於平均值與穩定性係數間的正相關關係並不存在，因此應可從中選育出高產且穩定的品系，如中晚熟品系中以臺稉育34號、4268號、4160號及4156號等四品系，表現高產且穩定之適應性，而參試材料之早熟品系，雖然穩定但平均產量低於其他中晚熟品系，其中臺稉育3930號之表現又低於早熟對照品種高雄141號（圖2—（a)）。至於第二期作之產量，各新育成品系似乎並無突出優秀之表現，均低於對照品系臺農67號，且產量愈高者其穩定性也較差，其中早熟品系臺稉育3930號稍高產於其早熟參考品種高雄141號（圖2—（b)及表7)。

表5. 11個稉稻品系在7個地區2年一、二期作之各性狀的穩定性係數估值

Table 5. Stability indices of 9 agronomic and yield traits for 11 japonica rice genotypes across 7 locations in the first and second crop seasons of 1991 and 1992

品系 Variety	性狀 Character 全生育日數 Growth day	株高 Plant height(cm)	穗數 Panicle number	穗長 Panicle length(cm)	穗重 Panicle weight(g)	一穗穎花數 Spikelets per panicle	稔實率 Seed-set(%)	千粒重 1000-kernel weight(g)	產量 Yield (kg/ha)
					一期作 1st crop				
臺稉育34號	0.99**	0.78**	1.05**	0.93**	0.90**	0.85**	0.67**	1.08**	1.03**
臺稉育8269號	0.96**	1.13**	0.90**	0.93**	1.21**	0.94**	1.14**	1.05**	1.00**
臺稉育4268號	1.00**	0.89**	0.71**	0.88**	0.80**	0.58**	0.77**	1.13**	1.03**
臺稉育2170號	1.10**	1.15**	1.04**	0.88**	0.80**	0.75**	0.81**	0.98**	1.21**
臺稉育4160號	1.04**	1.08**	0.93**	1.58**	1.48**	1.90**	1.02**	1.06**	1.14**
臺稉育4156號	1.03**	1.07**	0.91**	1.22**	1.20**	1.70**	1.04**	0.90**	1.01**
臺稉育2370號	1.02**	1.18**	1.19**	1.00**	1.14**	0.95**	1.08**	0.74**	0.88**
臺稉育2970號	0.90**	0.50	1.18**	0.87**	0.93**	1.44**	1.14**	0.82**	0.77**
臺稉育67號(CK1)	0.91**	0.87**	1.07**	0.82**	0.83**	0.87**	0.51*	0.96**	0.91**
臺稉育3930號	1.10**	1.26**	0.88**	0.82**	0.73**	0.25	1.60**	1.10**	1.05**
高雄141號(CK2)	0.95**	1.90**	1.14**	1.06**	0.97**	0.77**	1.22**	1.15**	0.98**
					二期作 2nd crop				
臺稉育34號	1.03**	0.90**	1.05**	0.98**	1.15**	1.14**	1.24**	1.12**	1.14**
臺稉育8269號	1.05**	1.03**	1.00**	1.10**	1.05**	1.20**	1.14**	1.17**	1.01**
臺稉育4268號	0.69**	0.76**	0.92**	1.32**	1.24**	1.20**	1.05**	0.91**	1.15**
臺稉育2170號	1.12**	0.95**	0.92**	0.84**	0.81**	0.56*	0.66**	1.17**	0.80**
臺稉育4160號	1.01**	0.93**	1.20**	1.26**	1.32**	1.59**	0.94**	1.04**	1.03**
臺稉育4156號	1.05**	0.84**	0.95**	1.22**	1.25**	1.38**	1.00**	0.95**	0.93**
臺稉育2370號	0.98**	1.04**	1.00**	0.94**	0.81**	0.84**	1.11**	0.94**	1.09**
臺稉育2970號	0.85**	1.06**	0.92**	0.82**	0.97**	1.34**	1.39**	0.94**	1.07**
臺稉育67號(CK1)	0.95**	1.01**	1.10**	0.97**	0.95**	1.11**	0.96**	0.91**	1.10**
臺稉育3930號	1.10**	1.17**	1.04**	0.67*	1.04**	0.51	0.70**	1.15**	0.94**
高雄141號(CK2)	0.90**	1.31**	0.92**	0.90**	0.41**	0.12	0.81**	0.71**	0.74**

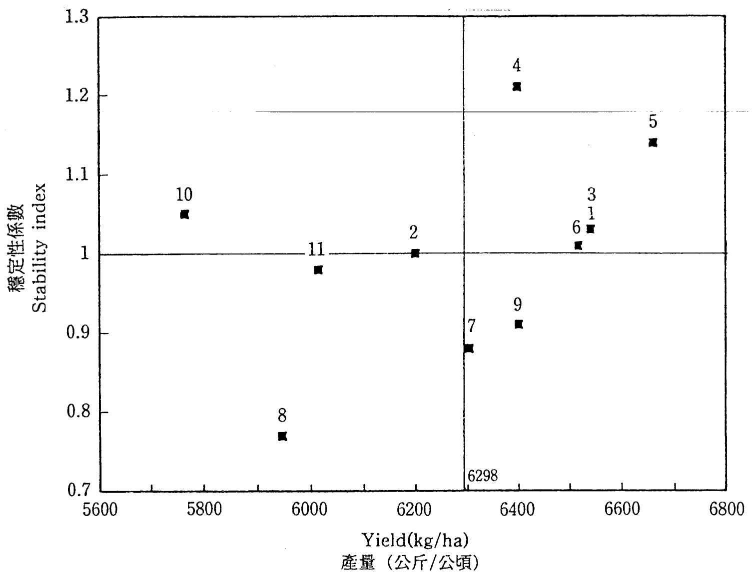
*,**：達5%及1%顯著水準。
*,**：Significant at 5% and 1% levels, respectively.

表6. 11個粳稻品系在7個地區2年一、二期作之各性狀的平均值

Table 6. Mean values of 9 agronomic and yield traits for 11 japonica rice genotypes across 7 locations in the first and second crop seasons of 1991 and 1992

品系 Variety	性狀 Character								
	全生育日數 Growth day	株高 Plant height(cm)	穗數 Panicle number	穗長 Panicle length(cm)	穗重 Panicle weight(g)	一穗穎花數 Spikelets per panicle	稔實率 Seed-set(%)	千粒重 1000-kernel weight(g)	產量 Yield (kg/ha)
一期作 1st crop									
臺稉育34號	123.13	101.71	16.51	17.89	2.18	91.25	85.10	24.98	6,540.71
臺稉育8269號	123.00	101.10	16.33	17.84	1.98	89.88	82.81	23.40	6,198.85
臺稉育4268號	123.98	98.03	15.49	18.63	2.16	84.34	86.44	26.77	6,541.51
臺稉育2170號	119.96	97.05	16.60	17.10	1.99	80.36	86.74	25.44	6,398.29
臺稉育4160號	120.14	104.58	14.34	18.54	2.41	107.15	83.73	24.08	6,659.29
臺稉育4156號	120.04	104.98	14.67	18.48	2.42	108.19	82.74	23.98	6,516.55
臺稉育2370號	122.21	102.78	16.91	18.32	2.01	90.47	83.89	23.34	6,302.14
臺稉育2970號	123.66	100.84	17.56	17.51	1.88	98.25	75.83	21.34	5,944.56
臺稉育67號(CK1)	123.11	101.89	16.46	17.81	2.11	90.99	84.85	24.33	6,400.24
臺稉育3930號	112.46	90.67	16.68	16.41	1.80	86.07	73.17	24.57	5,764.36
高雄141號(CK2)	113.95	92.90	19.50	16.79	1.68	73.67	84.59	23.77	6,015.00
平均 Average	120.51	99.68	16.46	17.76	2.06	90.97	82.72	24.18	6,298.32
LSD 5%	0.83	4.02	2.05	0.90	0.33	15.26	5.84	1.30	545.00
LSD 1%	1.09	5.29	2.71	1.19	0.44	20.11	7.69	1.71	717.88
二期作 2nd crop									
臺稉育34號	113.84	95.57	12.96	17.91	2.04	93.41	80.48	24.48	4,877.74
臺稉育8269號	114.25	96.77	12.72	17.79	1.98	95.31	78.67	23.56	4,746.51
臺稉育4268號	114.43	94.70	12.40	17.89	2.03	86.88	82.25	25.61	4,935.08
臺稉育2170號	112.30	92.29	13.59	17.94	1.79	80.82	81.40	24.71	4,459.56
臺稉育4160號	110.16	101.73	11.68	17.96	2.29	107.27	82.43	23.27	4,824.84
臺稉育4156號	110.27	102.40	12.03	17.75	2.19	103.80	81.53	23.43	4,836.59
臺稉育2370號	113.89	97.68	13.77	17.86	1.79	88.63	80.38	22.87	4,734.52
臺稉育2970號	115.61	95.66	13.45	17.62	1.77	100.49	73.13	20.93	4,399.88
臺稉育67號(CK1)	114.25	96.54	12.96	17.79	2.08	96.20	81.00	24.41	5,014.05
臺稉育3930號	104.02	87.54	13.33	16.35	1.87	83.78	81.52	24.75	4,596.79
高雄141號(CK2)	103.55	90.34	15.18	16.92	1.59	71.69	86.36	23.37	4,236.75
平均 Average	111.51	95.57	13.10	17.62	1.95	91.66	80.83	23.76	4,696.57
LSD 5%	2.17	7.55	1.76	1.11	0.05	13.52	5.98	1.53	388.48
LSD 1%	2.86	9.94	2.32	1.46	0.06	17.80	7.88	2.02	511.70

(a) 第一期作 1st crop season



(b) 第二期作 2nd crop season

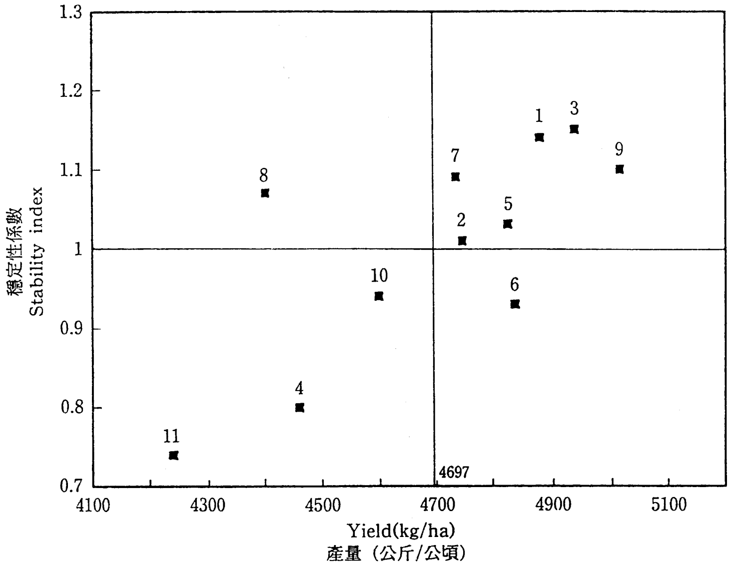


圖2. 11個粳稻品系產量平均表現值與其穩定性係數間之關係。
(a) 一期作，(b) 二期作。
1：臺粳育34號，2：臺粳育8269號，3：臺粳育4268號，4：臺粳育2170號，
5：臺粳育4160號，6：臺粳育4156號，7：臺粳育2370號，8：臺粳育2970號，
9：臺粳育67號（CK1），10：臺粳育3930號，11：高雄141號（CK2）。

Fig2. Relationship between the means and stability indices of grain yield for 11 japonica rice genotyes.
(a) 1st crop season, (b) 2nd crop season.
1：Taiken Yu 34, 2：Taiken Yu 8269, 3：Taiken Yu 4268, 4：Taiken Yu 2170,
5：Taiken Yu 4160, 6：Taiken Yu 4156, 7：Taiken Yu 2370, 8：Taiken Yu 2970,
9：Tainung 67, 10：Takien Yu 3930, 11：Kaohsiung 141.

表7. 稉稻品系各性狀平均值與其穩定性係數間之相關比較

Table7. Correlations between the means and stability indices for 9 agronomic and yield characters in japonica rice genotypes

期 作 Crop season	性 狀 Character								
	全生育日數 Growth day	株 高 Plant height(cm)	穗 數 Panicle number	穗 長 Panicle length(cm)	穗 重 Panicle weight(g)	一穗穎花數 Spikelets per panicle	稔實率 Seed-set(%)	千粒重 1000-kernel weight(g)	產 量 Yield (kg/ha)
I	0.46	0.29	0.63**	0.47	0.53	0.84**	0.75**	0.58	0.34
II	0.19	0.60	0.49	0.61*	0.88**	0.94**	0.70**	0.26	0.74**

*,**：達5%及1%顯著水準。

*,**：Significant at 5% and 1% levels, respectively.

為探討產量構成要素與產量穩定性之間的關係，本研究進行稉稻產量穩定性與其產量構成要素間之簡單相關分析，結果列於表8，顯然構成要素中的穗數、稔實率及一穗穎花數對產量穩定性並無直接關係，而千粒重在第一期作的平均表現值與產量穩定性之間呈顯著正相關，意味著在第一期作的生長環境下，千粒重愈大之品系，其稻穀產量愈不穩定。但由於千粒重之遺傳率不高(如表4所示約在0.5左右)，且須在收穫後始可進行調查，故對增進產量穩定性的選拔反應助益不大。至於其他生育性狀，無論一、二期作，株高、穗長及穗重之表現亦與產量穩定性間無顯著關係存在。第二期作全生育日數與產量穩定性之間呈顯著正相關，由此可知，早熟稉稻品系在第二期作之產量可較其他品系穩定（穩定性係數值較低），例如本研究試驗材料中的早熟品系臺稉育3930號及參考品種高雄141號，在第二期作之產量穩定性較高，此乃本省水稻第二期作後期各地區的溫度變化較大，早熟品系可避開不利的環境因素而致最終產量表現較晚熟品系穩定，而在第一期作之3、4月時，高屏地區早熟品系恰逢幼穗分化期，此時發生晚來寒流之機會較多，早熟品系反而容易受到不利的影響，以致在一期作雖生育日數提早，卻未必有利於產量穩定性，而晚熟品系在一期作後期則易遇到梅雨季節之影響。換言之，縱然全生育日數之遺傳率較高，且為可預知之品種特性，但其對產量穩定性的影響結果，應係早熟品系較容易避開二期作後期之不利環境因素所致，而與遺傳機制無關。綜觀之，雖然對產量穩定性有影響的性狀在第一期作為千粒重，第二期作為全生育日數，但擬藉著此等相關性狀之應用於提高稻穀產量穩定性的間接選拔，似相當困難。

表8. 稉稻品系產量穩定性係數與農藝性狀表現值間之簡單相關

Table8. Simple correlations between yield stability index and means of 8 agronomic and yield traits in japonica rice genotypes

期 作 Crop season	性 狀 Character							
	全生育日數 Growth day	株 高 Plant height(cm)	穗 數 Panicle number	穗 長 Panicle length(cm)	穗 重 Panicle weight(g)	一穗穎花數 Spikelets per panicle	稔實率 Seed-set(%)	千粒重 1000-kernel weight(g)
I	−0.30	−0.17	−0.40	−0.06	0.30	−0.12	0.37	0.68*
II	0.70*	0.40	−0.53	0.46	0.48	0.55	−0.47	0.01

*,**：達5%及1%顯著水準。

*,**：Significant at 5% and 1% levels, respectively.

參考文獻

1. 片岡勝美、高垣えりる、池上美子。1981。イネ品種におはゐ收量安定性と光合成關連形質の表現型可變性との

關係。育雜31：65—71。

2. 松尾孝嶺、上田恒義。1978。作物の適應性に關する解析的研究。Ⅰ.施肥量と日射量の變動によるイネ品種の收量安定性と收量關連形質の表現型可變性との關係。玉大農研報 19：47—54。

3. 松尾孝嶺、印南友雄。1979。作物の適應性に關する解析的研究。II.溫度およびN施肥量の變化に對するイネ品種の安定性について。育雜29：312—317。

4. 松島省三。1976。稻作の改善と技術。pp.214—219。養賢堂出版。

5. 鄔宏潘、廖雲英、錢美華、林燦隆、陳一心、王銀波、蔡國海、吳素貴、張萬來、林富雄、吳育郎。1975。第二期稻作低產原因之探討。科學發展月刊3(10)：5—40。

6. 謝順景。1978。臺灣一、二期作稻作產量構成要素及其他性狀表現之差異。臺灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專集。pp.49—59。行政院國家科學委員會專集第二號，行政院國家科學委員會，臺北。

7. Aastveit, A. H. and K. Aastviet. 1984. Genetic variation of developmental stability in barley. Hereditas 101：155-170.

8. Allard, R. W. and A. D. Bradshaw. 1964. Implications of genotype-environmental interactions in applied plant breeding. Crop Sci. 4：503-508.

9. Bains, K. S. and V. P. Gupta. 1972. Stability of yield and yield components in bread wheat. Ind. J. Gen. Plant Breed. 32：306-312.

10. Becker, H. C. and J. Léon. 1988. Stability analysis in plant breeding. Plant Breed. 101：1-23.

11. Breese, E. L. 1969. The measurement and significance of genotype-environment interactions in grass. Heredity 24：27-44.

12. Castleberry, R. M. 1973. Effects of thinning at different growth stages on morphology and yield of grain sorghum 〔*Sorghum bicolor* (L.) Moench〕. Ph. D. thesis, Univ. Nebraska, Lincoln.

13. Cross, H. Z. 1977. Interrelationship among yield stability and yield components in early maize. Crop Sci. 17：741-745.

14. Dantuma, G., E. von Kittlitz, M. Frauen and D. A. Bond. 1983. Yield, yield stabiliy and measurements of morphological and phenotypical characters of faba bean (*Vicia faba* L.) varieties grown in a wide range of environments in Western Europe. Z. Pflanzenzüchtg. 90：85-105.

15. Finlay, K. W. and G. N. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. Aust. J. Agric. Res. 14：742-754.

16. Fripp, Y. J. and C. E. Caten. 1971. Genotype-environmental interactions in *Schizophyllum Commune*. I. Analysis and character. Heredity 27：393-407.

17. Grafius, J. E. 1957. Components of yield in oats ： A geometric interpretation. Agron. J. 49：419-423.

18. Grafius, J. E. 1969. Stress ： A necessary ingredient of genotype by environment interaction. pp. 346-355. In ：2nd Int. Barley Genetics Symp.

19. Heinrich, G. M., C. A. Francis and J. D. Eastin. 1983. Stability of grain sorghum yield components across diverse environments. Crop Sci. 23：209-212.

20. Lerner, I. M. 1954. Genetic Homeostasis. Oliver & Boyd., Edinbourg, London.

21. Lewontin, R. C. 1957. The adaptation of populations to various environments. Cold Spring Harb. Symp. Quant. Biol. 22：395-408.

22. Lõffler, C. M., M. T. Salaberry and J. C. Maggio. 1986. Stability and genetic improvement of maize yield in Argentina. Euphytica 35：449-458.

23. Lu, H. Y. and H. P. Wu. 1987. Studies on the dynamic model of plant adaptation of quantitative characters. I. Estimation of space-time parameters. Bot. Bull. Academia Sinica 28：219-235.

24. Mahadevappa, M. H., H. Ikehashi and F. N. Ponnamperuma. 1979. The contribution of varietal tolerance for problem soils to yield stability in rice. International Rice Research Institute Research Paper Series NO:43, IRRI., Los Baños, Philippines.

25. Mohammad, S. and C. A. Francis. 1983. Yield stability in relation to maturity in grain sorghum. Crop Sci. 23 : 683-687.

26. Omolayo, J. A. 1990. Effectiveness and relative discriminatory abilities of techniques measuring genotype x environment interaction and stability in okra (*Abelmoschus esculentus* (L) Moench). Euphytica 47 : 99-105.

27. Perkins, J. M. and J. L. Jinks. 1968. Environmental and genotype-environmental components of variability. III. Multiple lines and crosses. Heredity 23 : 339-356.

28. Russell, W. A. and S. A. Eberhart. 1968. Test-crosses of one- and two-ear types of corn belt inbreds. II. Stability of performance in different environments. Crop Sci. 8 : 248-251.

29. Singh, H. and K. S. Bains. 1984. Stability analysis of varietal mixtures in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Z. Pflanzenzüchtg 92 : 159-167.

30. Webster, O. J. 1972. Breeding sorghums for the seventies. pp. 173—179. In N. G. P. Rao and L. R. House, eds. Sorghum in seventies. 1979. Oxford and IBH Publishing Co., New Delhi, Bombay, and Calcutta.

31. Westerman, J. M. and M. J. Lawrence. 1970. Genotype-environment interaction and developmental regulation in *Arabidopsis thaliana*. I. Inbred lines; description. Heredity 25 : 609-627.

Effects of Yield Components and Agronomic Traits on Yield Stability of Japonica Rice[1]

H. Y. Lu, C. T. Lu and C. C. Chen[2]

Summary

Experimental data from the 1991-1992 regional trials of japonica rice were used to determine the effects of yield components and some agronomic traits on yield stability. The possibility of indirect selection of these traits for enhancing yield stability was also examined. The results were summarized as follows.

The effectiveness of regression analysis for yield stability varied with characters under different crop seasons. Quantitative characters with a high broad sense heritability were more applicable by the linear regression approach.

There was no positive correlation between the mean grain yield and yield stability index in the first crop season, it was therefore possible to breed genotypes with grain yield and yield stability higher than the mean values. Some examples were strains Taiken Yu 34, 4268, 4160 and 4156 in the first crop season. Grain yield of the tested strains was low in the second crop season. The mean yield was lower for a strain with higher yield stability, and vice versa.

Lower 1,000-kernel weight and early maturity seemed to contribute to yield stability in japonica rice grown in the first and second crop seasons, respectively. Data from this experiment indicated that the influence of these two traits on yield stability was not related to genetic mechanism, indirect selection of the two traits for higher yield stability in japonica rice was therefore not recommended.

Key words : Heritability, Indirect selection, Japonica rice, Regional yield trial, Yield component, Yield stability.

1. Contribution No. 1639 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, statistician, research assistant, and assistant agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 413, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 41(4)：331～337 (1992)

玉米族群 ETO Illinois 之遺傳變異與產量潛力[1]

盧煌勝　何千里　謝光照[2]

摘要：玉米族群 ETO Illinois C_6 之219個同親兄妹後裔進行評估試驗，其平均開花期爲76.3天，穗位高96.4公分，株高204.0公分，公頃子實產量8.02噸。開花期、穗位高、株高及產量之變異係數依序分別爲3.3、10.7、6.0及17.2%。四個性狀之遺傳變方均達顯著。廣義遺傳率方面，開花期爲66.2%，穗位高20.2%，株高42.7%，產量36.8%。ETO Illinois 爲 CIMMYT 分離抗普通型銹病及煤紋病基因之重要族群之一，含有相當多的遺傳變異量，適應本省栽培環境，具高產潛力，將之納入育種計畫對本省飼料及青割玉米之改良應有助益。

關鍵詞：玉米、同親兄妹後裔、輪迴選種法、廣義遺傳率。

國際玉米小麥研究中心 (International Maize and Wheat Improvement Center, CIMMYT) 在玉米族群改良上通常採用改良式之同親兄妹輪迴選種法 (modified full-sib recurrent selection)。CIMMYT 每年進行15～20個族群之改良工作，每個族群或具有不同之適應性、成熟期、子粒顏色或其他性狀等；每個族群產生之250個同親兄妹後裔 (full-sib progenies, FS)，則送至世界各地進行國際性之後裔檢定試驗 (international progeny testing trials, IPTT)。IPTT 試驗地點一共有六處，包括墨西哥一處及其他國家或地區五處。各地點之試驗材料均含250個 FS 及包括六個對照品種。六個對照品種中，四個爲共同對照，另二個爲屬於地區性之推廣品種。根據各處之 IPTT 成績，遂以自交或系統內混交執行系統內改良 (within family improvement)，或選十個最佳系統重新組合並推進至 F_2 成爲試驗品種 (experimental variety, EV)；而最主要的係將獲選系統行逢機交配以產生下個循環選拔所需的種子[1,2]。

同親兄妹輪迴選種法爲族群內改良方法的一種，其成效已爲多位學者所肯定[11]。利用同親兄妹輪迴選種法的結果，Moll and Stuber (1971) 及 Moll *et al.* (1978) 發現玉米子實產量每一循環增加3%[6,8]。Zorrilla and Crane (1982) 在族群 Colus 02中，經三個循環的選拔，每一循環子實產量平均增加5.46%[13]。關於族群 Nebraska Krug之改良，Compton and Lonnguist (1982) 及 Stromberg and Compton (1989) 分別就 C_4及C_{10} 作了比較[3,12]，在 C_{10} 時，子實產量平均每循環增進0.17噸/公頃，約爲1.2%/cycle。Moll and Hanson (1984) 在族群 Jarvis 及 Indian Chief 中，亦分別得到每循環3.5%及1.4%之增進效果，唯在 C_8 之後已無明顯之進步[7]，推測有利顯性基因對玉米產量的影響可能遠大於累加性基因所致[5]。Pandey *et al.* (1986, 1987) 就 CIMMTY 利用同親兄妹輪迴選種改良之族群作一評估，發現四個循環以上之選拔後，有八個族群之子實產量增加1.3%/cycle，另四個族群增加2.1%/cycle[9,10]。Crossa and Gardner (1989)比較 CIMMYT 經同親兄妹輪迴選種法改良後之十個族群之遺傳變方成分 (genetic variance component, $\hat{\sigma}^2_g$) 及遺傳與環境交

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1640 號。

2. 依序爲本所農藝系研究員、助理研究員及助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

感之變方成分（genetic x environment variance component, $\hat{\sigma}^2_{ge}$），由於各個族群之 $\hat{\sigma}^2_{ge}$ ／ $\hat{\sigma}^2_g$ 頗大，遂建議將後裔檢定地點作適當之歸類，以便提昇改良效果[4]。

臺灣省農業試驗所參加 CIMMYT 之國際合作試驗項目包括國際性之後裔檢定試驗（IPTT）、試驗性品種試驗（experimental variety trial, EVT）及優良品種試驗（elite variety trial, ELVT）。歷年來，經由此類合作試驗所獲得之種源與訊息甚多。本研究擬探討 IPTT 42（即 ETO Illinois C_6 之219個 FS）主要農藝性狀及產量之遺傳變異與潛力，以爲將其納入育種計畫之參考。

材料與方法

族群 ETO Illinois 屬於亞熱帶半馬齒種晚熟白色子粒玉米。CIMMYT 利用本族群分離抗普通型銹病（*Puccinia polysor* Underw.）及抗煤紋病（*Helminthosporium turcicum* Pass.）基因。其 C_6 之219個同親兄妹後裔及6個對照品種：ETO Illinois C_0、ETO Illinois C_6、Tlanltizapan 8542、Across 8342、臺農351號（Tainung No.351）及臺南17號（Tainung No.17）於1990年秋作在農試所霧峰農場進行試驗，田間採簡方設計，二重複，單行區，行長5m，行株距75×25cm，公頃株數53,333株。三要素施肥量每公頃 N：P_2O_5：K_2O 爲200：90：60kg，氮肥半量及磷鉀肥全量用作基肥一次施用，餘半量氮肥在播種後約一個月作追肥施用。其餘田間管理，包括除草、中耕、培土及灌溉等項，均依照一般玉米栽培法進行。

生育期間調查開花期、穗位高、株高、子實產量等性狀。開花期係以自播種日起至小區中50%植株達雄花始花所需之日數；穗位高係每小區逢機5株由地面至最上位雌穗基部之平均高度，以 cm 表示；株高係以上項相同之5株由地面至雄穗主軸頂端之平均高度，以 cm 表示；公頃子實產量以小區乾粒重經換算爲13.5%含水率公頃子實重，以 t/ha 表示。

試驗資料估算變異係數（coefficient of variation, cv）、平均值（mean, $\bar{x}$）、頻度分布（frequency of distribution）、基因型變方成分（component of genotypic variation, $\hat{\sigma}^2_g$）、環境變方成分（component of environmental variation, $\hat{\sigma}^2_e$）及廣義遺傳率（broad sense heritability, $\hat{h}^2_b$），$\hat{h}^2_b = \hat{\sigma}^2_g / (\hat{\sigma}^2_g + \hat{\sigma}^2_e / r) \times 100$，r 爲重複次數。

結果與討論

ETO Illinois C_6 219個 FS 之平均與六個對照種作一比較（表1），開花期僅 Tlanltizapan 8542 顯著較之爲遲，而臺南17號則顯著較之爲早。穗位高方面，ETO Illinois C_6 FS、ETO Illinois C_0、臺農351號及臺南17號相近，均顯著高於 ETO Illinois C_6 及 Tlanltizapan 8542，並顯著低於Across 8342。株高方面，ETO Illinois C_6 FS 顯著高於 ETO Illinois C_0、ETO Illinois C_6 及 Tlanltizapan 8542，且顯著低於 Across 8342、臺農351號及臺南17號。子實產量方面，ETO Illinois C_6 FS 與 ETO Illinois C_6 及 Tlanltizapan 8542相似，而顯著高於其他四個對照種。比較 ETO Illinois C_0 及 ETO Illinois C_6 之間之差異，約略可以看出，經六個循環之改良，開花期及株高變化並不明顯，而穗位高已降，產量則大爲增加，此與多數利用同親兄妹輪迴選種法進行族群改良的結果一致[3,6,7,8,9,10,11,12,13]。ETO Illinois C_6 及 ETO Illinois C_6 FS 之產量均高出本地推廣品種臺南17號及臺農351號甚多，其產量潛力或可供爲本省飼料及青割玉米品種改良之材料。

本試驗中田間普通型銹病及煤紋病之發生率不高，在所有參試材料均無明顯差別。開花期、穗位高、株高及子實產量均屬數量性狀，本試驗中 ETO Illinois C_6 FS 此四個性狀之頻度分布均近似常態（圖1—4）。ETO Illinois C_6 FS 之開花期介於70.5～83.5天之間，平均76.3天，頻度分布中以74.6～79.0天者居多數（130個），天數在71.5天以下(4個)及83.5天以上(1個)者均不多。穗位高介於70.0～

Table 1. Means of 219 full-sib progenies (FS) of ETO Illinois C_6 and six checks.

Entry	Days to flowering (day)	Ear height (cm)	Plant height (cm)	Grain yield (t/ha)
ETO Illinois C_6 FS	76.3	96.4	204.0	8.02
ETO Illinois C_0	75.0	96.2	192.0	6.84
ETO Illinois C_6	76.5	84.6	183.6	8.63
Tlanltizapan 8542	80.9	65.3	177.4	9.00
Across 8342	76.1	106.7	218.3	5.33
Tainung No.351	76.1	102.9	215.9	5.81
Tainan No.17	74.5	103.3	217.8	6.24
$LSD_{(0.05)}$	1.5	7.8	8.5	1.09

120.0cm，平均96.4cm，其中100.1～106.0cm者佔60個，82.1～88.0cm、88.1～94.0cm 及94.1～100.0cm 各佔31、37及33個。株高介於175.0～250.0cm，平均204.0cm，介於199.1～207.0cm 者有56個，其次爲207.1～215.0cm 之44個，191.1～199.0cm 之38個及215.1～223.0cm 之35個。子實產量介於3.98～11.73t/ha 之間，平均8.02t/ha，約有半數（103個）之產量介於7.19～8.78t/ha 之間，其次較多的分別爲6.39～7.18t/ha 之38個及8.79～9.58t/ha 之30個。四個性狀表現皆正常，足見族群 ETO Illinois 對本省之氣候環境頗爲適應。開花期、穗位高、株高及產量之變異係數（cv）分別爲3.3、10.7、6.0及17.2%。依 CIMMYT 過去在其他地區試驗之結果，產量 cv 以11～15%最多（約佔35%），其次爲16～20%（約佔26%）；相較之下，本試驗資料仍在合理範圍內[1,2]。

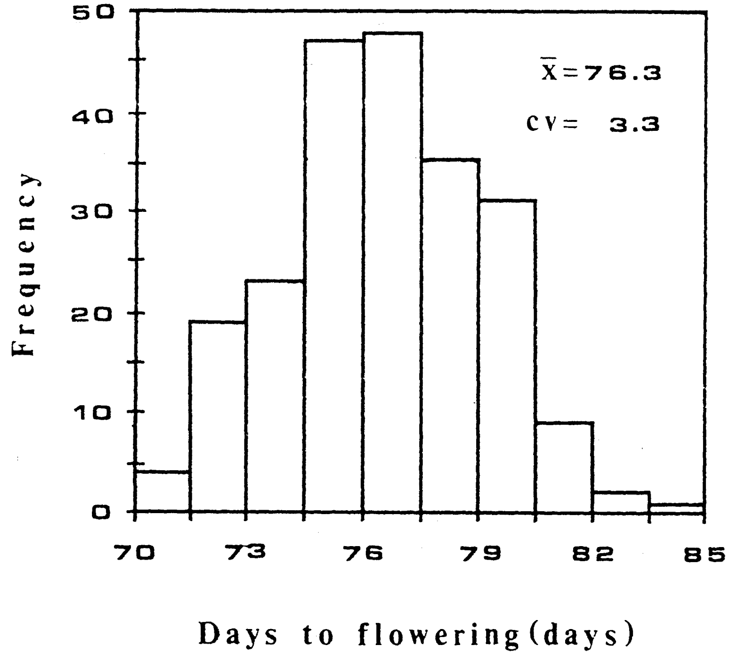


Fig 1. Distribution of days to flowering(days)of 219 FS progenies of population ETO Illinois C_6.

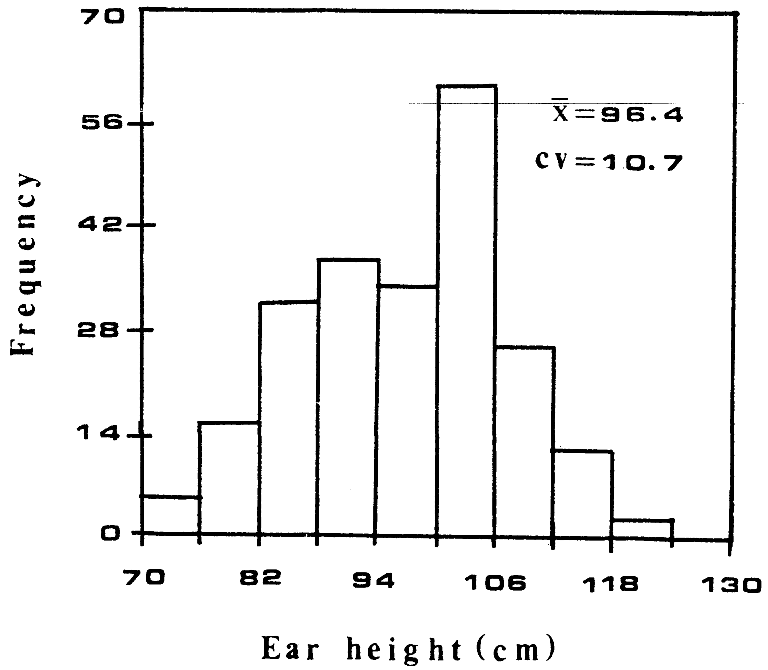


Fig 2. Distribution of ear height (cm) of 219 FS progenies of population ETO Illinois C_6.

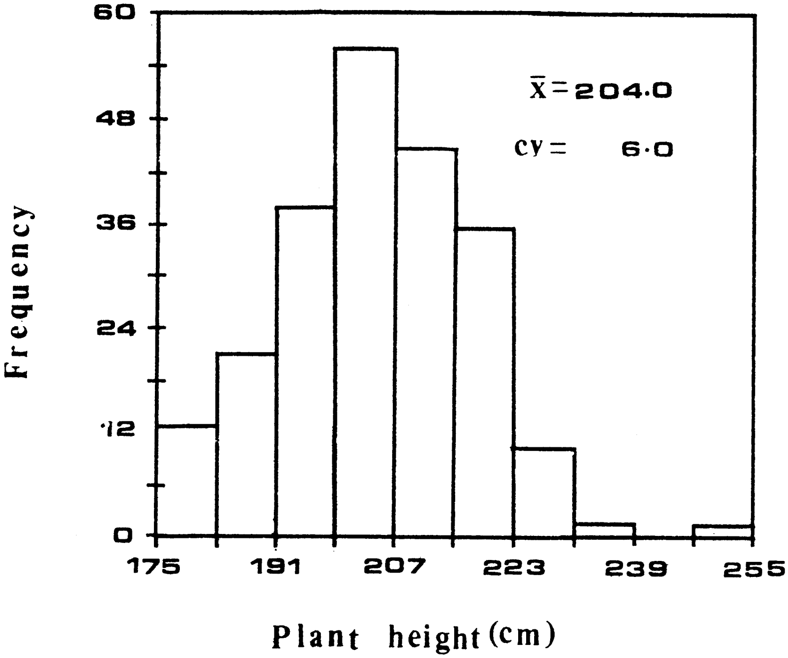


Fig 3. Distribution of plant height (cm) of 219 FS progenies of population ETO Illinois C_6.

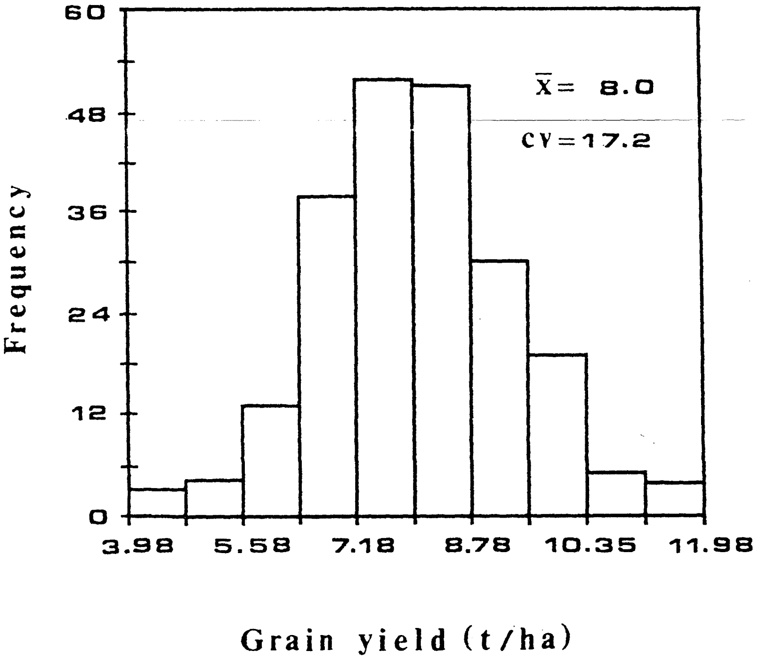


Fig 4. Distribution of grain yield (t/ha) of 219 FS progenies of population ETO Illinois C_6.

變方分析結果，開花期、穗位高、株高及產量在各後裔間均有顯著的差異（表2）。四個性狀之 $\hat{\sigma}^2_g$ 分別爲4.3，21.6，64.7及0.7；$\hat{\sigma}^2_e$ 分別爲4.4，170.5，173.7及2.4；四個性狀之 $\hat{h}^2_b$ 則分別爲66.2，20.2，42.7及36.8%。由$\hat{h}^2_b$ 之95%信賴限界得知，除穗位高外，其餘三個性狀之$\hat{h}^2_b$ 均顯著異於0，其中開花期之$\hat{h}^2_b$ 更顯著大於穗位高、株高及產量之$\hat{h}^2_b$。Crossa and Gardner (1989) 估算 CIMMYT 十個族群之產量的$\hat{\sigma}^2_g$ 及$\hat{\sigma}^2_{ge}$，以比較選拔成效，其每一循環每個族群所估得之 FS 變異及 FS 與地區間之交感效應均顯著存在。其中有五個族群於最後循環之產量高於其最初循環；另有許多族群最後循環之產量則未獲增進，有些甚至反而減少。究其理由，或可歸因於產量之選拔強度（selection intensity）太小，或同時作多種性狀選拔使產量之增進效果不彰（1987年 IPTT 42之選拔強度爲14%[2]）。本研究僅以一期作一個地點之資料估算$\hat{\sigma}^2_g$，$\hat{\sigma}^2_{ge}$ 則無法估算。若不考慮上位性（epistasis）之存在，以 FS 估得之$\hat{\sigma}^2_g$ 主要包括累加性變方（additive variance，$\hat{\sigma}^2_A$，此處爲$\frac{1}{2}\hat{\sigma}^2_A$）及顯性變方（domimant variance, $\hat{\sigma}^2_D$，此處爲$\frac{1}{4}\hat{\sigma}^2_D$）二個部分。在交配設計上，因異親兄妹後裔(half-sib progeny, HS)或自交第一代後裔(selfing progeny, S_1)之$\hat{\sigma}^2_g$ 均爲$\frac{1}{4}\hat{\sigma}^2_A$，若能將 HS 或 S_1 也同時加以評估，將可清楚地劃分$\hat{\sigma}^2_A$ 及$\hat{\sigma}^2_D$ 所佔的比例，而對族群本身各項性狀之遺傳特性將有更多的瞭解。

Table 2. Analysis of variance for 219 full-sib progenies of ETO Illinois C_6.

Source of variation	df	Mean squares			
		Days to flowering	Ear height	Plant height	Grain yield
Families	218	12.9**	213.6*	303.1**	3.8**
Pooled error	219	4.4	170.5	173.7	2.4

*, **, Significant at the 5% and 1% probability level, respectively.

Table 3. Estimates of variance components and broad sense heritability from 219 full-sib progenies of ETO Illinois C_6.

Estimate	Days to flowering	Ear height	Plant height	Grain yield
$\hat{\sigma}^2_g$	4.3	21.6	64.7	0.7
$\hat{\sigma}^2_e$	4.4	170.5	173.7	2.4
$\hat{h}^2_b$	66.2	20.2	42.7	36.8
	(56.4, 74.2) +	(−3.5, 38.8)	(25.6, 56.1)	(17.5, 51.1)

+ : Confidence intervals at 95% level for $\hat{h}^2_b$ estimates are presented in parenthesis.

歷年來 CIMMYT 不斷建立廣泛遺傳背景的玉米基本族群，並利用改良式之同親兄妹輪迴選種法及國際性之後裔檢定來進行族群改良工作，以提供世界各地玉米育種之需。ETO Illinois 爲 CIMMYT 用以分離抗普通型銹病及煤紋病基因之重要族群之一。本試驗結果顯示 ETO Illinois 可適應本省之氣候條件，其開花期、穗位高、株高及子實產量均具有相當多的遺傳變異量，同時具有高產潛力，將其納入玉米育種計畫對本省飼料及青割玉米之改良工作必有所助益。

參考文獻

1. CIMMYT. 1985. International Progeny Testing Trials. *In* Managing trials and reporting data for CIMMYT's International Maize Testing Program. CIMMYT Mexico. pp. 20.
2. CIMMYT. 1987. CIMMYT International Maize Testing Program. CIMMYT, Mexico. pp. 329.
3. Compton, W. A., and J. H. Lonnquist. 1982. Multiplicative selection index applied to four cycles of full-sib recurrent selection in maize. Crop Sci. 22 : 981—983.
4. Crossa, J., and C. O. Gardner. 1989. Predicted and realized grain yield responses to full-sib family selection in CIMMYT maize (*Zea mays* L.) populations. Theor. Appl. Genet. 77 : 33—38.
5. Hanson, W. D., and R, H, Moll. 1986. An analysis of changes in dominance-associated gene effects under intrapopulation and interpopulation selection in maize. Crop Sci. 26 : 268—273.
6. Moll, R, H., C. C. Cockerham, C. W. Stuber, and W. P. Wiliams. 1978. Selection responses, genetic-environmental interactions, and heterosis with recurrent selection for yield in maize. Crop Sci. 18 : 641—645.
7. Moll, R. H., and W. D. Hanson. 1984. Comparisons of effects of intrapopulation and interpopulation selection in maize (*Zea mays* L.). Crop Sci. 24 : 1047—1052.
8. Moll, R. H., and C. W. Stuber. 1971. Comparisons of response to alternative selection procedures initiated with two populations of maize (*Zea mays* L.). Crop Sci. 11 : 706—711.
9. Pandey, S., A. O. Diallo, T. M. T. Islam, and J. Deutsch. 1986. Progress from selection in eight tropical maize populations using international testing. Crop Sci. 26 : 879—884.
10. Pandey, S., A. O. Diallo, T. M. T. Islam, and J. Deutsch. 1987. Response to full-sib selection in four maturity maize populations. Crop Sci. 27 : 617—622.
11. Sprague, G. F., and S. A. Eberhart. 1977. Corn breeding. *In* Corn and cron improvement. Sprague (ed.) . American Society of Agronomists, Wis. p. 305.
12. Stromberg. L. D., and W. A. Compton. 1989. Ten cycles of full-sib selection in maize. Crop Sci. 29 : 1170—1172.
13. Zorrilla, H. L., and P. L. Crane. 1982. Evaluation of three cycles of full-sib family selection for yield in the Colus 02 variety of maize. Crop Sci. 22 : 10—12.

Genetic Variation and Yield Potential of Maize Population ETO Illinois[1]

H. S. Lu, C. L. Ho and G. J. Shieh[2]

Summary

Evaluations of 219 full-sib progenies of maize population ETO Illinois C_6 were conducted at Taiwan Agricultural Research Institute. For days to flowering, ear height, plant height, and grain yield, mean values were76.3day, 96.4cm, 204.0cm,, and 8.02t/ha, respectively. Coefficients of variation of the four traits were 3.3, 10.7, 6.0 and 17.2%, respectively. Heritability estimates were 66.2, 20.2, 42.7 and 36.8% for days to following, ear height, plant height, and grain yield, respectively. ETO Illinois is one of the most important populations in CIMMYT for segregating for resistance to *Puccinia polysora* and *Helminthosporium turcicum*. This results indicated that population ETO Illinois contains amount of genetic variation. Its good adaptation and high-yield potential may be useful for improvement of field corn and forage corn in Taiwan.

Key words : Corn, Full-sib progeny, Recurrent selection, Broad sense heritability.

1. Contribution No. 1640 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, Senior Agronomist, Asistant Agronomist and Asistant Agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, 413, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 41(4)：338～348 (1992)

落花生早期世代全互交分析之研究[1]

楊金興　曹文隆　鄭耀星[2]

摘要：本研究利用六個分屬於 Spanish、Valencia 及 Virginia 三種植物型（各二品系）之落花生爲材料，進行6×6半互交，分別於1990及1991年春作在臺中農試所進行 F_2 及 F_3 世代之田間試驗，以分析落花生莢果及籽粒性狀之組合力，並比較型間及型內組合的差異性，及探討不同世代間之關係。結果顯示：F_2 世代在所調查之八個性狀之 GCA 及 SCA 均呈極顯著；F_3 世代除粒寬不顯著外，其餘性狀亦均顯著，而且隨世代之增加其 SCA 所佔比率愈高，顯示 SCA 在高世代更具重要性；六個親本之 GCA 效應在不同世代差異頗大，很難判斷何親本較優，尤其 F_1 世代與 F_2 及 F_3 世代差異最大，如以 F_1 世代預估親本的優劣可能較不適當。比較型間及型內組合的差異，F_2 世代 Spanish×Virginia 組合的 SCA 正效應較多，F_3 世代 Valencia×Virginia 組合均爲正效應，而 Spanish×Valencia 組合在 F_2 及 F_3 世代均大部份爲負效應；如針對莢果及籽粒性狀進行改良，以 Spanish 及 Valencia 兩種型的品系與 Virginia 型品係進行雜交可能較有利。

關鍵詞：落花生、早期世代、一般組合力、特殊組合力

栽培種落花生依其生長習性可分爲 Virginia、 Spanish 及 Valencia 三種植物型，其型間特性差異雖大但能雜交（Gregory *et al.*, 1980；Hammons, 1973）。Norden（1973）認爲雜交育種爲落花生品種改良最有利手段之一，而雜交過程中，親本之選擇悠關育種目標的成敗。因此，如何有效及正確的評估親本，當爲育種者重要的課題。全互交方法可提供良好的評估，以達到親本選擇的目的，雖然 Barker（1978）認爲全互交方法對數量性狀遺傳之解釋存有若干缺失，但 Mather and Jinke（1971）則認爲既使全互交法分析所得之遺傳訊息存有微小偏差，仍可提供有用的組合力訊息供親本選擇之參考。

在落花生，已有許多報告利用全互交方法於早期世代進行親本產量及其相關性狀的組合力分析，有的利用 F_1 世代進行評估（Wynne *et al.*, 1970；Manohran *et al.*, 1985；Andeson *et al.*, 1986；Swe and Branch, 1986；Dwivedi *et al.*, 1989），也有利用 F_2世代進行分析（Wynne *et al.*, 1975；Gibori *et al.*, 1978；Layrisse *et al.*, 1980；Makne and Bhale, 1987）。落花生爲自交作物，以基因固定時爲選拔的最終對象。育種材料於自交幾代後其表現是否一致，是值得考慮的問題，因此，早期世代進行組合力分析必需與後期世代的實際表現具有高度相關性，才能獲得正確的訊息。Wynne（1976） 研究發現 F_2 與 F_3 世代其產量的GCA 效應具有顯著的相關性；Isleib and Wynne（1983）利用測交方法進行評估，亦認爲 F_2 世代及親本的表現與 F_4 世代具有高度相關性，而 F_1 世代則無；Holbrook（1990）亦指出親本與 F_2、F_3 的表現具相關性，而且 F_2 與 F_3 之 GCA 效應均相似，且認爲在 F_1 世代進行評估是不適當。前述作者是在同時同地進行試驗，或認爲年度間爲均質性所得之結果；但基因型與環境交感作用普遍存在（Sangha and Labana, 1982；Swe and

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1641 號。
2. 本所農藝系助理、助理研究員及副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

Branch, 1986；Michaels, 1988；盧等, 1990)；年度間之差異亦普遍存在。而一般育種方式是每年均繁殖後代，因此，如果要在早期世代評估親本及組合的好壞，則必需在不同年度的後代間具相關性。

本研究利用半互交15個組合的 F_2 及 F_3 世代，進行落花生莢果及籽粒性狀的組合力分析，並比較型間與型內組合之差異性，及探討 F_1、F_2及F_3 世代間表現之關係，以供育種之參考。

材料與方法

利用六個變異性大的品系(Spanish、Valencia及 Virginia 各二品系)進行6×6半互交，共有15個組合及親本進行田間試驗，其親本 Spanish type 產量高、莢數多及早熟，但籽粒及莢果較小；Valencia type 莢果長、多爲多粒莢及抗銹病；Virginia type 莢果及籽粒均大；詳細之特性及 F_1 世代之結果如楊等 (1991) 所示。F_2 及 F_3 世代分別於1990及1991年春作在臺中農試所進行，田間採用逢機完全區集設計，行株距45×10cm，行長5m，重複6次，每小區F_2世代6行F_3世代8行，親本均各1行，田間管理同一般慣行法，每公頃肥料用量 N：P_2O_5：K_2O＝20：60：40Kg，於整地前一次撒施，成熟期每行逢機收取10株，調查單株莢果及籽粒性狀，包括：莢數、莢重、粒數、粒重、莢長、莢寬、粒長及粒寬共8個性狀。

上述 F_2 及 F_3 組合及親本之資料，以 Griffing (1956) 之 Method II，Model I進行分析，以獲得一般組合力 (GCA) 及特殊組合力 (SCA) 效應之估值；並利用二年親本之資料進行均質性分析，結果年度間並非均質，故 F_2 及 F_3 未合併分析。

結果與討論

在臺灣，爲配合輪作及一年兩期作之制度下，落花生之栽培均以早熟直立性的小粒種Spanish type 爲主。而在當前的栽培環境下，Spanish type 表現也極優異，不論產量及其相關性狀均較優且穩定；而大粒型的 Virginia type 品種，因較晚熟致籽粒不飽滿現象，導致產量偏低且影響商品價值，並不適合栽培 (盧等，1988；楊等，1989) 。而本試驗所利用的六個品系，在三年的結果則差異頗大，經均質性分析結果並不一致 (表未列出) ，但一般而言 Spanish 有較多的莢數及較小的莢果及籽粒，Virginia 有較大的莢果及籽粒，Valencia 則莢果較長及多爲多粒莢等特性，如能組合各特性於一體，育成高產及大粒大莢 或多粒莢之品種，將有助於落花生產業之發展。

組合力均方分析結果顯示，所調查之8個性狀，在 F_2 世代 (表1) 其 GCA 及 SCA 均達極顯著；且 GCA 大於 SCA。在 F_3 世代 (表2) 除粒寬外，其餘7個性狀亦均達顯著水準，而且除粒寬外，其餘7個性狀亦均 GCA 大於 SCA。Holbrook (1990) 亦發現 F_3 世代之 GCA 仍顯著，顯然落花生利用全互交分析遺傳因子作用是不妥當的 (Sokol and Baker，1977)，可能因落花生爲異質四元體，其基因作用較複雜有關。但無論如何，了解其基因之作用形式仍有助於育種上之參考。因 SCA 由顯性及上位性所控制，上位性包括顯性×顯性、顯性×累加性及累加性×累加性之上位性(Griffing, 1956)，而落花生爲自交作物，理論上自交幾代後其顯性作用及涵蓋顯性之上位性作用應當快速減低，除非有很大的顯性作用，不然自交一兩代即不明顯，因此 F_3 世代之SCA 仍顯著，可能爲累加性×累加性之上位性作用，或爲連鎖顯性作用之結果佔大部份；Isleib *et al.*(1970) 認爲 F_1 到 F_5 均具有上位性，且累加性×累加性上位性遠大於顯性作用，因此可被固定而利用，在育種上仍有其價值。

比較 F_1 到 F_3 的 GCA/SCA 均方比值(表3)，以觀察其相關性，可發現除莢數及莢重外，其餘性狀之比值隨世代之增加而有減少之趨勢，顯示 SCA 隨世代之增加而更具重要性，此結果與Holbrook(1990)之研究不同，可能因材料不同或環境造成或爲取樣上之問題，尚待進一步研究。

表1. 親本及 F_2 族群八性狀組合力之均方值

Table 1. Mean squares from the combining ability analysis of variance among parents and F_2 populations for eight peanut characters.

Character	G. C. A.	S. C. A.	Error
Pod number	12.6059**	2.7907**	0.7954
Pod weight (g)	36.9674**	7.1109**	1.5078
Kernel number	75.8566**	16.7301**	3.4766
Kernel weight (g)	13.0000**	4.1184**	0.8262
Pod length (cm)	1.0526**	0.0421**	0.0021
Pod width (cm)	0.0612**	0.0028**	0.0003
Kernel length (cm)	0.1314**	0.0130**	0.0007
Kernel width (cm)	0.0036**	0.0017**	0.0002

*, ** : Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.
G. C. A : general combining ability effect
S. C. A : specific combining ability effect

表2. 親本及 F_3 族群八性狀組合力之均方值

Table 1. Mean squares from the combining ability analysis of variance among parents and F_3 populations for eight peanut characters.

Character	G. C. A.	S. C. A.	Error
Pod number	20.6076**	3.6148**	1.6010
Pod weight (g)	7.0911*	6.3453*	2.5170
Kernel number	29.7582**	18.2121**	5.8280
Kernel weight (g)	4.1016*	3.4808*	1.4850
Pod length (cm)	0.4138**	0.0564**	0.0043
Pod width (cm)	0.0371**	0.0029**	0.0009
Kernel length (cm)	0.0240**	0.0069**	0.0009
Kernel width (cm)	0.0002	0.0004	0.0003

*, ** : Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.
G. C. A : general combining ability effect
S. C. A : specific combining ability effect

表3. 一般組合力及特殊組合力均方值在 F_1、F_2 及 F_3之比值

Table 3. Relative magnitude of mean squares (MS) for general (GCA) and specific (SCA) combining ability for eight characters measured in the F_1, F_2 and F_3 generation.

Character	MS (G. C. A.) ／MS (S. C. A.)		
	F_1	F_2	F_3
Pod number	11.7602	4.5171	5.700
Pod weight (g)	2.0984	5.1987	1.117
Kernel number	9.4442	4.5341	1.634
Kernel weight (g)	3.0890	3.1566	1.178
Pod length (cm)	47.0378	24.9989	7.337
Pod width (cm)	54.1974	21.6739	12.793
Kernel length (cm)	11.7391	10.0860	3.478
Kernel width (cm)	3.0603	2.0371	0.500

G. C. A : general combining ability effect
S. C. A : specific combining ability effect

分析 F_2 及 F_3 世代親本之 GCA 效應(表4及表5)，因環境因子不均質，故未合併分析，結果顯示 F_2 世代(表4)之 A_1(Spanish)品系除莢數及籽粒寬度爲正效應外，其餘6個性狀均爲負效應；A_2(Spanish)品系除莢數爲正效應外，其餘6個性狀均爲負效應；B_1(Valencia)品系在莢重、粒重、莢寬及粒長等4個性狀爲正效應，其餘4個性狀爲負效應，且莢長爲最大負效應；B_2(Valencia)品系在莢數、莢重、粒數、粒重及莢寬等5個性狀爲正效應，且莢重、粒重及粒數爲最大正效應，而莢長、粒長及莢寬爲負效應；C_1(Virginia)品系在莢長、莢寬、粒長及粒寬等4個性狀爲正效應，且莢長及粒長爲最大正效應，而4個負效應之莢數及粒數爲最大負效應；C_2(Virginia)品系在莢數、莢重、粒數、粒重及莢長爲正效應，其餘3個性狀爲負效應。

表4. 六個親本在 F_2 世代之一般組合力效應估值

Table 4. Estimates of general combining ability (GCA) effects in F_2 for eight characters of six parents.

Parent	Pod number	Pod weight (g)	Kernel number	Kernel weight (g)	Pod length (cm)	Pod width (cm)	Kernel length (cm)	Kernel width (cm)
A_1	0.3716	−1.7039	−1.5209	−0.7703	−0.4118	−0.0782	−0.1034	0.0288
A_2	1.4249	−2.4226	0.1708	−1.4234	−0.4457	−0.1245	−0.1665	−0.0185
B_1	−1.3622	1.6003	−0.3619	0.3793	−0.4752	0.1075	0.1222	−0.0076
B_2	0.9704	3.3224	5.3683	2.2687	−0.1777	0.0471	−0.0102	−0.0054
C_1	−1.6838	−0.8543	−4.0001	−0.4634	0.1769	0.0533	0.1688	0.0237
C_2	0.2791	0.0582	0.3439	0.0091	0.0276	−0.0053	−0.0109	−0.0209
S. E.(gi-gj)	0.3994	0.6140	0.9323	0.4545	0.0230	0.0089	0.1135	0.0070

A_1，A_2 : Spanish type
B_1，B_2 : Valencia type
C_1 : Virginia Bunch type
C_2 : Virginia Runner type

在 F_3 世代其 GCA 效應（表5）與 F_2 世代差異頗大。在 A_1 品系與 F_2 世代類似，只有莢數及粒寬爲正效應，其餘6個性狀爲負效應；A_2 品系則與 F_2 世代差異頗大，F_3 世代有5個性狀爲正效應而 F_2 世代只有2個爲正效應；B_1 品系除粒重及莢長兩世代不同外，其餘6個性狀均類同；B_2品系差異亦大，有4個性狀正負效應相反；C_1 品系則兩世代所有8個性狀的正負效應均相同；C_2品系除莢長及粒長外，其餘6個性狀均相反的正負效應。由於三個世代間各性狀之 GCA 效應差異頗大，尤其 F_1 世代與 F_2 及 F_3 世代差異更大〔此可能與 F_1 爲寬植有關（楊等，1991）〕，實在很難判斷親本之潛能，因此是否可利用單一年度單一地點進行評估，實有待商榷。而 Holbrook (1990) 在 F_2 及 F_3 世代兩年度均質環境下，認爲兩世代的 GCA 效應是一致的，仍有待更多的證據證實。

表5. 六個親本在 F_3 世代之一般組合力效應估值

Table 5. Estimates of general combining ability (GCA) effects in F_3 for eight charactars of six parents.

Parent	Pod number	Pod weight (g)	Kernel number	Kernel weight (g)	Pod length (cm)	Pod width (cm)	Kernel length (cm)	Kernel width (cm)
A_1	0.6471	−1.1261	−1.3801	−0.8127	−0.3420	−0.0678	−0.0506	0.0043
A_2	4.3553	1.2637	4.6827	1.3088	−0.4112	−0.1476	−0.1021	0.0021
B_1	−1.4784	0.7282	−1.7248	−0.1194	0.3883	0.0902	0.1187	−0.0127
B_2	−0.9997	1.5242	1.9009	1.1451	0.2727	0.1082	0.0099	0.0031
C_1	−1.2799	−1.5756	−2.3421	−1.1284	0.0163	0.0057	0.4742	0.0031
C_2	−1.2444	−0.8143	−1.1366	−0.3934	0.0760	0.0114	−0.0233	0.0001
S. E.(gi-gj)	0.8005	1.2585	2.9140	0.7425	0.0021	0.0004	0.0004	0.0001

A_1，A_2 : Spanish type
B_1，B_2 : Valencia type
C_1 : Virginia Bunch type
C_2 : Virginia Runner type

由於落花生三個型間之性狀差異很大，欲了解其雜交後代的表現，將所有組合的平均值及型間組合平均值列於表6（F_2 世代）及表7（F_3 世代），以供育種之參考。在 F_2 世代之15個組合中，莢數以 $A_2\times C_2$ 組合最大，$B_1\times C_1$ 及 $C_1\times C_2$ 兩組合最小；莢重以 $B_1\times B_2$ 及 $B_2\times C_1$ 兩組合最大，$A_1\times A_2$ 及 $A_2\times B_1$ 兩組合最小；在粒數以 $A_2\times C_2$ 及 $B_1\times B_2$ 兩組合最大，$C_1\times C_2$ 組合最小；在粒重以 $B_1\times B_2$ 及 $B_2\times C_1$ 兩組合最大~~，$A_2\times B_1$ 及 $A_1\times A_2$ 兩組合最小；在莢長以 $B_1\times C_2$ 及 B_1~~$\times C_1$ 兩組合最大，$A_1\times A_2$ 組合最小；在莢寬以 $B_1\times C_1$ 最大，$A_1\times A_2$ 最小；粒長以 $B_1\times C_1$ 最長，$A_1\times A_2$、$A_2\times C_1$ 及 $A_2\times C_2$ 最短；粒寬以 $A_1\times B_2$ 及 $A_1\times C_2$ 最大，$A_2\times B_2$ 最小。由組合整體觀之，以 $B_1\times B_2$ 及 $B_2\times C_1$ 兩組合最好，所有8個性狀之平均值均優，而 $A_1\times A_2$、$A_2\times B_2$ 及 $A_2\times C_1$ 三組合表現最差，不但單株產量差且莢果及籽粒均小。比較型間及型內組合結果，以型間Valencia×Virginia 的雜交組合較優，除莢數外，其餘7個性狀最高，而 Spanish×Valencia 組合則最差。

表6. F_2 世代15個組合之平均值

Table 6. Mean value of fifteen F_2 crosses for eight characters in 6×6 diallel crosses.

Cross	Pod number	Pod weight (g)	Kernel number	Kernel weight (g)	Pod length (cm)	Pod width (cm)	Kernel length (cm)	Kernel width (cm)
				Within type				
$A_1\times A_2$	12.79	10.79	21.25	8.04	2.26	1.16	1.14	0.78
$B_1\times B_2$	12.15	21.72	30.59	14.83	3.63	1.45	1.54	0.80
$C_1\times C_2$	9.62	14.57	17.57	10.48	3.15	1.44	1.70	0.83
Mean	11.52	15.69	23.14	11.12	3.01	1.35	1.46	0.80
				Among type				
				(Spanish×Valencia)				
$A_1\times B_1$	10.83	13.62	18.63	9.16	2.73	1.37	1.43	0.83
$A_1\times B_2$	14.28	17.83	26.40	12.86	2.70	1.36	1.42	0.84
$A_2\times B_1$	10.74	11.18	18.84	7.50	2.69	1.31	1.37	0.76
$A_2\times B_2$	13.75	12.53	25.25	8.61	2.51	1.25	1.24	0.72
Mean	12.40	13.79	22.28	9.53	2.66	1.32	1.37	0.79
				(Spanish×Virginia)				
$A_1\times C_1$	12.47	14.17	22.87	10.14	2.57	1.24	1.31	0.80
$A_1\times C_2$	14.43	15.86	25.59	12.00	2.41	1.23	1.28	0.84
$A_2\times C_1$	14.05	12.28	24.21	8.90	2.36	1.14	1.17	0.76
$A_2\times C_2$	18.03	18.37	31.76	13.51	2.41	1.18	1.17	0.80
Mean	14.75	15.17	26.11	11.41	2.44	1.20	1.23	0.80
				(Valencia×Virginia)				
$B_1\times C_1$	9.17	16.70	18.17	11.14	3.73	1.56	1.81	0.83
$B_1\times C_2$	10.45	19.90	25.66	13.17	3.77	1.43	1.54	0.79
$B_2\times C_1$	12.87	20.27	29.91	14.47	3.26	1.40	1.44	0.80
$B_2\times C_2$	13.16	17.98	28.87	12.97	3.01	1.36	1.34	0.80
Mean	11.41	18.71	25.65	12.94	3.44	1.44	1.53	0.81
LSD 5%	1.70	2.20	3.20	1.63	0.01	0.04	0.06	0.03
LSD 1%	2.26	2.93	4.25	2.17	0.01	0.06	0.07	0.04

在 F_3 世代之表現（表7），莢數與 F_3 世代相同，仍以 $A_2 \times C_2$ 最多；莢重以 $A_2 \times C_2$ 最大，而 F_2 爲 $B_1 \times B_2$ 最大；粒數及粒重以 $A_2 \times C_2$ 最大，而 F_2 爲 $B_1 \times B_2$ 最大；莢長在兩世代均以 $B_1 \times C_2$ 最長；莢寬以 $B_1 \times B_2$ 及 $B_1 \times C_1$ 兩組合最大，F_2 則爲 $B_1 \times C_1$ 最大；粒長兩世代亦均以 $B_1 \times C_1$ 最長；粒寬以 $A_1 \times C_1$ 最大，而 F_2 以 $A_1 \times B_2$ 及 $A_1 \times C_2$ 最大；可見兩世代各性狀的表現差異頗大，從組合整體表現觀之，$A_2 \times C_2$ 及 $B_2 \times C_1$ 兩組合較優，此與 F_2 世代相同；比較型間及型內結果，兩世代均以 Valencia×Virginia 組合較優，但型內組合在 F_3 最差。

表7. F_3 世代15個組合之平均値

Table 7. Mean value of fifteen F_3 crosses for eight characters in 6×6 diallel crosses.

Cross	Pod number	Pod weight (g)	Kernel number	Kernel weight (g)	Pod length (cm)	Pod width (cm)	Kernel length (cm)	Kernel width (cm)
				Within type				
$A_1 \times A_2$	14.88	17.21	25.07	12.81	2.84	1.29	1.44	0.87
$B_1 \times B_2$	8.83	18.24	22.01	12.91	3.78	1.59	1.57	0.86
$C_1 \times C_2$	5.71	9.61	10.33	6.98	3.28	1.47	1.62	0.83
Mean	9.81	15.02	19.14	10.90	3.30	1.45	1.54	0.85
				Among type				
				(Spanish×Valencia)				
$A_1 \times B_1$	11.19	16.05	19.47	10.93	3.08	1.45	1.52	0.84
$A_1 \times B_2$	12.32	17.58	23.56	12.50	3.01	1.45	1.48	0.86
$A_2 \times B_1$	13.70	17.70	23.71	12.73	3.06	1.36	1.48	0.86
$A_2 \times B_2$	14.67	17.83	26.42	12.83	2.99	1.39	1.44	0.86
Mean	12.97	17.29	23.29	12.25	3.04	1.41	1.48	0.86
				(Spanish×Virginia)				
$A_1 \times C_1$	11.87	15.92	21.03	11.39	2.95	1.39	1.46	0.90
$A_1 \times C_2$	12.11	14.18	21.34	10.77	2.60	1.28	1.31	0.88
$A_2 \times C_1$	16.27	17.21	28.23	13.06	2.65	1.23	1.31	0.87
$A_2 \times C_2$	17.68	20.55	31.30	14.45	2.66	1.28	1.33	0.88
Mean	14.48	16.96	25.47	12.42	2.71	1.29	1.35	0.88
				(Valencia×Virginia)				
$B_1 \times C_1$	10.72	17.23	21.03	11.56	3.50	1.51	1.71	0.86
$B_1 \times C_2$	9.43	19.14	22.87	13.03	3.98	1.59	1.61	0.86
$B_2 \times C_1$	10.08	19.17	26.00	14.14	3.53	1.56	1.50	0.88
$B_2 \times C_2$	9.88	18.71	25.60	13.84	3.62	1.57	1.46	0.88
Mean	10.03	18.56	23.87	13.14	3.66	1.56	1.57	0.87
LSD 5%	3.56	4.46	6.79	3.43	0.18	0.08	0.08	0.05
LSD 1%	4.74	5.94	9.04	4.56	0.25	0.12	0.12	0.06

分析 SCA 效應結果列於表8及表9，在 F_2 世代（表8）15個組合中以 $A_2 \times C_2$ 組合表現較優，在8個性狀有5個性狀為最大之正效應，其餘3個性狀雖然為負效應但均不大；$B_1 \times C_2$ 組合雖有7個性狀為正效應，但均不大；而 $A_2 \times B_1$ 及 $A_2 \times B_2$ 兩組合最差，有7個性狀為高負效應；比較型間及型內組合結果，Spanish×Virginia 較優，有7個性狀為正效應且其中4個為最大；但莢果及籽粒大小為負效應，可能與親本（Spanish type）太小有關，如能選得較大之 Spanish type 品系再與 Virginia type 品系進行雜交或許雜交後裔的表現會更好，值得育種之參考；而 Spanish×Valencia 表現最差，有6個性狀為大的負效應。

表8. F_2 世代型間及型內組合之特殊組合力比較

Table 8. Comparison of specific combining ability (SCA) effects between botanical type crosses of six peanut lines in F_2 generation.

Cross	Pod number	Pod weight (g)	Kernel number	Kernel weight (g)	Pod length (cm)	Pod width (cm)	Kernel length (cm)	Kernel width (cm)
				Within type				
$A_1 \times A_2$	−2.1809	−1.3058	−2.3840	−1.1664	0.1896	0.0292	0.0039	−0.0293
$B_1 \times B_2$	−0.1259	0.5751	0.6012	0.7849	0.0562	−0.0362	0.0199	0.0203
$C_1 \times C_2$	−1.6363	−0.8545	−3.7613	−0.4708	0.0201	0.0640	0.1353	0.0367
Mean	−1.3144	−0.5284	−1.8480	−0.2851	0.0886	0.0190	0.0531	0.0093
				Among type				
				(Spanish×Valencia)				
$A_1 \times B_2$	−0.8471	−2.4987	−4.4746	−1.8541	−0.2544	0.0105	0.0032	0.0182
$A_1 \times B_2$	0.2737	−0.0108	−2.4332	−0.0352	0.0072	0.0591	0.1256	0.0230
$A_2 \times B_1$	−1.9855	−4.2116	−5.9563	−2.8560	−0.2623	−0.0064	0.0067	−0.0050
$A_2 \times B_2$	−1.3046	−4.5837	−5.2748	−3.6337	−0.1527	0.0041	0.0157	−0.0491
Mean	−0.9659	−2.4472	−4.5347	−2.0948	−0.1655	0.0148	0.0378	−0.0032
				(Spanish×Virginia)				
$A_1 \times C_1$	1.1162	0.5059	3.4085	−0.0264	−0.1237	−0.0672	−0.1616	−0.0470
$A_1 \times C_2$	1.1166	1.2917	1.7812	1.3644	−0.1335	−0.0154	−0.0135	0.0400
$A_2 \times C_1$	1.6412	−0.6637	3.0552	−0.6116	−0.2977	−0.1222	−0.2339	−0.0381
$A_2 \times C_2$	3.6583	4.5155	6.2579	3.5276	−0.1026	−0.0214	−0.0624	0.0479
Mean	1.8831	1.4124	3.6257	1.0635	−0.1644	−0.0566	−0.1179	0.0007
				(Valencia×Virginia)				
$B_1 \times C_1$	−0.4484	−0.2683	−2.4538	−0.1810	0.1919	0.0714	0.1095	0.205
$B_1 \times C_2$	−1.1330	2.0192	0.6939	1.3832	0.3416	0.0027	0.0223	0.0198
$B_2 \times C_1$	0.9208	1.5846	3.5594	1.2596	−0.0246	−0.0307	−0.1227	−0.0087
$B_2 \times C_2$	−0.7571	−1.6145	−1.8246	−0.7045	−0.0533	−0.0075	−0.0459	0.0347
Mean	−0.3544	0.4303	−0.0063	0.4393	0.1139	0.0090	−0.0104	0.0165
S. E. $(S_{ij}-S_{ik})$	1.1798	1.6244	2.4666	1.2025	0.0609	0.0235	0.0356	0.0184
S. E. $(S_{ij}-S_{kl})$	1.0923	1.5039	2.2836	1.2394	0.0564	0.0218	0.0330	0.0170

F_3 世代SCA效應(表9)在15個組合中以 $A_2 \times C_2$ 及 $B_1 \times C_2$ 最好，此與 F_2 世代相同，其餘組合兩世代差異很大；比較型間及型內組合結果，以 Valencia×Virginia 較優，所有性狀均爲正效應，此與 F_2 世代有相當大的出入；但 Spanish×Valencia 組合與 F_2 相同，仍是最差，所有性狀均爲負效應；因此如針對莢果及籽粒性狀上的改良，應儘量少用 Spanish×Valencia 進行雜交。

表9. F_3 世代型間及型內組合之特殊組合力比較

Table 9. Comparison of specific combining ability (SCA) effects between botanical type crosses of six peanut lines in F_3 generation.

Cross	Pod number	Pod weight (g)	Kernel number	Kernel weight (g)	Pod length (cm)	Pod width (cm)	Kernel length (cm)	Kernel width (cm)
				Within type				
$A_1 \times A_2$	−2.0756	−0.0193	−1.4322	−0.0713	0.4216	0.0804	0.1136	−0.0051
$B_1 \times B_2$	−0.6451	−1.0990	−1.3647	−0.4418	−0.0456	−0.0304	−0.0436	0.0141
$C_1 \times C_2$	−3.7198	−5.0918	−9.3910	−3.8273	0.0202	0.0258	0.1088	−0.0389
Mean	−2.1468	−2.0700	−4.0626	−1.4288	0.1321	0.0253	0.0596	−0.0099
				Among type (Spanish×Valencia)				
$A_1 \times B_1$	0.0632	−0.6407	−0.6237	−0.4670	−0.1338	−0.0014	−0.0321	−0.0154
$A_1 \times B_2$	0.7115	0.0953	−0.1605	−0.1595	−0.0924	−0.0154	0.0386	−0.0111
$A_2 \times B_1$	−1.1351	−1.3835	−2.4495	−0.7915	−0.0916	−0.0127	0.0156	0.0028
$A_2 \times B_2$	−0.6388	−2.0445	−3.3602	−1.9500	−0.0381	0.0054	−0.1144	0.0021
Mean	−0.2498	−0.9933	−1.6485	−0.8445	−0.0890	−0.0060	−0.0231	−0.0054
				(Spanish×Virginia)				
$A_1 \times C_1$	0.5467	1.5310	1.5585	0.9989	0.1082	0.0271	−0.0169	0.0268
$A_1 \times C_2$	0.7542	−0.9663	0.6580	−0.3550	−0.3036	−0.0907	−0.1031	0.0048
$A_2 \times C_1$	1.2415	0.4353	2.6877	0.5504	−0.1226	−0.0602	−0.1144	0.0021
$A_2 \times C_2$	2.6079	3.0120	4.5542	2.2084	−0.1694	−0.0129	−0.0316	0.0141
Mean	1.2876	1.0030	2.3646	0.8507	−0.1219	−0.0342	−0.0665	0.0120
				(Valencia×Virginia)				
$B_1 \times C_1$	1.5252	0.9908	1.9002	0.4837	−0.0771	−0.0149	0.0588	0.0018
$B_1 \times C_2$	0.1917	2.1325	2.5377	1.2167	0.3482	0.0593	0.0326	0.0068
$B_2 \times C_1$	0.4065	2.1348	3.2445	1.7942	0.0714	0.0221	−0.0364	0.0081
$B_2 \times C_2$	0.1660	0.9135	1.6410	0.7572	0.1046	0.0183	−0.0066	0.0131
Mean	0.5723	1.5249	2.3308	1.0629	0.1118	0.0212	0.0121	0.0074
S. E. $(S_{ij}-S_{ik})$	2.4015	3.7755	8.7420	2.2275	0.0064	0.0013	0.0013	0.0004
S. E. $(S_{ij}-S_{kl})$	1.6010	2.5170	5.8280	1.4850	0.0043	0.0009	0.0009	0.0003

在理論上，自交作物會因自交而減少顯性及包含顯性之上位性作用，使得 SCA 效應變得不重要，因此高 GCA 效應之親本，其雜交後代應有較優的表現，可作爲親本選擇之參考 (Baker，1978)。但由本試驗結果顯示，F_2 及 F_3 世代的 SCA 效應仍然呈顯著，而且所佔比率有增加之趨勢，顯然 SCA 效應仍不能忽視；據 Isleib *et al.* (1978) 研究顯示 F_1 到 F_5 世代均有上位性，且累加性×累加性的上位性遠大於顯性作用，而此種上位性作用可被固定而選拔獲得，在育種上有其價值；而 GCA 效應在三世代間差異很大，實很難判斷親本之優劣，因此要在單一地點及單一年度下評估實爲不當；據 Hamid *et al.* (1981) 及 Wynne *et al.* (1975) 研究認爲產量的 GCA 效應與地點及年度均具有交感作用，而且 F_1 種子要大量獲得頗爲困難，因此通常以寬植方式繁殖後代以獲得大量的族

群，因而 F_1 分析結果會與後期世代密植下不同（Holbrook, 1990；Wynne *et al.*, 1975）；但 F_2 世代與後期世代表現具相關性，可有效的評估（Holbrook, 1990；Islwib and Wynne, 1983；Wynne, 1976）。

總之，由本研究顯示，在不均質的年度間，在單一地點進行早期連續世代組合力評估，並不能獲得一致之訊息。比較型間組合之差異，以 Spanish 及 Valencia 兩種型的品系與 Virginia 型品系進行雜交，可能其後裔的表現會較優，值得育種之參考。

參考文獻

1. 楊金興、曹文隆、盧煌勝。1989。落花生種源之評估與利用。中華農業研究38：179—190.
2. 楊金興、曾富生、曹文隆、盧煌勝。1991。落花生型間雜交後裔莢果及籽粒性狀之遺傳研究 I. F_1 世代組合力及雜種優勢分析。中華農業研究40：375—384.
3. 盧煌勝、楊金興、曹文隆。1988。不同型間落花生產量及其構成因素之比較。中華農業研究37：266—277.
4. 盧煌勝、楊金興、曹文隆。1990。基因型與環境交感效應變方成分劃分在落花生品系試驗中環境評估之應用。中華農業研究39：174—181.
5. Anderson, W. F., J. C. Wynne, C. C. Green, and M. K. Beute. 1986. Combining ability and heritability of resistance to early and late leafspot of peanut. Peanut Sci. 13：10—14.
6. Baker, R. J. 1978. Issue in diallel analysis. Crop Sci. 18：533—536.
7. Dwivedi, S. L., K. Thendapani, and S. N. Nigam. 1989. Heterosis and combining ability studies and relationship among fruit and seed characters in peanut. Peanut Sci. 16：14—20.
8. Gibori, A., J. Hillel, A. Cahaner, and A. Ashri. 1978. A 9×9 diallel analysis in peanuts (*A. hypogaea* L.). Flowering time, tops weight, pod yield per plant, and pod weight. Theor Appl. Genet. 53：169—179.
9. Gregory, W. C., A. Krapovickas, and M. P. Gregory. 1980. Structure, variation, and classification in *Arachis*. PP. 469—481. *In*：Advanced in Legume Science. Royal Botanic. Gardens, Kew, UK.
10. Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Aust. J. Biol. Sci. 9：463—493.
11. Hammons, R. O. 1973. Genetics of *Arachis hypogaea*. PP.135—173. *In*：Peanuts-Culture and Uses. Amer. Peanut Res. Educ. Assoc. Inc. Stillwater, Okla.
12. Holbrook, C. C. 1990. Utility of early generation diallel analysis for predicting parental potential for yield and yield components in peanuts. Peanut Sci. 17：9—11.
13. Isleib, T. G., and J. C. Wynne. 1983. F4 bulk testing in testcrosses of 27 exotic peanut cultivars. Crop Sci. 23：841—846.
14. Isleib, T. G., J. C. Wynne, and J. O. Rawlings. 1978. Estimates of epistasis for diverse peanut cultivars. Peanut Sci. 5：106—108.
15. Layrisse, A., J. C. Wynne, and T. G. Isleib. 1980. Combining ability for yield, protein and oil of peanut lines from South American centers of diversity. Euphytica 29：561—570・
16. Makne, V. G., and N. L. Bhale. 1987. Combining-ability analysis for yield, protein and oil in groundnut. Indian J. Agric. Sci. 57：617—621.
17. Manohran, V., P. Vindhiyavarman, N. Sundaram, and S. Thangavelu.1985. An analysis of combining ability in groundnut. Madras Agric. J. 72：601—605.
18. Mather, K., and J. L. Jinks. 1971. Biometrical Genetics. pp.382. Cornell Univ. Press. Ithaca, New York.
19. Michaels, T. E. 1988. Effect of selection for emergence and maturity on yield of Ontario peanuts. Peanut Sci. 15：69—72.
20. Norden, A. J. 1973. Breeding of the cultivated peanut. pp. 175—208. *In*：Peanuts—Culture and Uses.

Amer. Peanut Res. and Educ. Assoc. Inc., Stillwater, Okla.

21. Sangha, A. S., and K. S. Labana. 1982. Diallel analysis in groundnut (*Araches hypogaea* L.). Part 2. Pod number and pod yield. Theor. Appl. Genet. 64 : 59—63.

22. Sokol, M. J., and R. J. Baker. 1977. Evaluation of the assumptions required for the genetic interpretation of diallel experiments in self-pollinating crops. Can. J. Plant Sci. 57 : 1185—1191.

23. Swe, S. T., and W. D. Branch. 1986. Estimates of combining ability and heterosis among peanut cultivars. Peanut Sci. 13 : 70—74.

24. Wynne, J. C. 1976. Evaluation of early generation testing in peanuts. Peanut Sci. 3 : 62—66.

25. Wynne, J. C., D. A. Emery, and P. W. Rice. 1970. Combining ability estimates in *Araches hypogaea* L. II. Field performance of F_1 hybrids. Crop Sci. 10 : 713—715.

26. Wynne, J. C., J. O. Rawlings, and D. A. Emery. 1975.Combining ability estimates in *Araches hypogaea* L. III. F_2 generation of intra-and intersubspecific crosses. Peanut Sci. 2 : 50—54.

Evaluation of Early Generation Diallel Analysis in Peanuts[1]

K. H. Yang, W. L. Tsaur and Y. S. Cheng[2]

Summary

Six peanut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes, including two of each Spanish, Valencia and Virginia types, representing a wide range of genetic diversity, were selected as the parents. A 6×6 half-diallel mating design was followed for evaluating the combining ability of pod and seed traits in peanuts.

The changes in combining ability parameters among the F_1 and the resulted subsequent generations and the performances of the parameters of inter-and intra-type crosses were investigated. The parents and progenies, F_2 and F_3 generations, were tested in spring crops of 1990 and 1991, respectively. Experimental results indicated that both general and specific combining abilities (GCA and SCA) were significant. Further more, the GCA effects were higher than those of SCA effects for all traits in both F_2 and F_3 generations. However, the ratios of GCA/SCA were low in the later generations. This suggests that the SCA effects might be more important in advanced generation. The GCA effects of six parents estimated from the F_1 and from the subsequent generation wer varied. This fact indicates that combining ability parameters estimated from the F_1 generation should not be effective to predict the performance in subsequent generations. Comparing SCA effects of inter-and intra-type crosses showed that Spaniah type×Virginia types combinations had more positive effecets in F_2 generation, Valencia type×Valencia types combinations had positive effects for all traits in F_3 generation, Spanish types×Valencia types combinations had negative effects for most traits in F_2 and F_3 generations. Thes results suggestthat Spanish types and Valencia types cross with Virginia types were promising combinations for pod and seed traits improvement.

Key words : Peanut (*Araches hypogaea* L.), Early generation, General combining ability, Specific combining ability.

---

1. Contribution No. 1641 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Respectively, Research Assistant, Assistant Agronomist, and Associate Agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 413, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）41(4)：349～356（1992）

鐘麻品種特性調查及產量性狀間之相關研究[1]

邱善美　呂秀英　胡敏夫[2]

摘要：以鐘麻26品種（系）爲試驗材料進行田間試驗，調查農藝與產量性狀表現，並分析原莖產量性狀間之相關。自性狀調查得知，供試品種（系）中以裂葉型（69%）多於圓葉型（31%），莖色除臺農1號爲淡紅色及 Madras Red 爲紅色外，其他品種（系）概爲綠色。品種間一株朔果數、一朔果種子數及百粒種子重的變異頗大，但以品種 Cuba表現最差。經綜合變方分析結果，品種（系）間莖長、鮮重及乾重的差異均極爲顯著，且品種（系）與年度間有顯著交感作用。莖徑及鮮皮厚度於同年度在不同品種（系）間雖有極顯著差異，但所有供試材料在不同年度表現的差異性則均一致。依據五種性狀間之相關分析結果，顯示莖長與莖徑、莖徑與鮮皮厚度及產量與莖長之間均爲正相關，但莖徑及鮮皮厚度對產量無直接影響，換言之，決定原莖產量之最主要因素爲徑長。

關鍵詞：鐘麻、原莖、纖維作物。

鐘麻（*Hibiscus cannabinus* L.）爲纖維作物之一，與黃麻（*Corchorus capsularis* L.）同爲製做麻袋及麻繩的重要原料。鐘麻的纖維品質雖略遜於黃麻，但耐寒性、耐旱性及耐瘠性則較黃麻爲優，對土壤的選擇亦不如黃麻嚴格，且鐘麻幼苗期的生長速度及纖維產量均較黃麻快而高，故爲纖維作物中較易栽培之一種(1,3,4)。在本省以往麻類作物生產中，鐘麻曾佔有重要之一席，栽培面積曾達2,000餘公頃，精洗麻產量最高達8,600公噸(5)，對本省初期的工業發展貢獻頗鉅。嗣後由於人造纖維的發明、興起與取代，栽培面積大幅滑落，迄今雖已無往日的盛況，然其利用的價值仍廣受世人注目，尤以供作製紙漿原料最被重視。

本省由於文化事業的發展，導致造紙工業的興起，產製各式紙張以供市場需求，然而造紙原料大部分仰賴進口，耗費大量外匯，又由於原料輸出國之保護政策，取得原料日感困難，因此從事農業研究者無不竭盡所能，覓求新原料，以供製做紙漿之需。本所前臺南棉麻試驗分所有鑑及此，曾分別以黃麻及鐘麻之鮮莖、粗麻及精洗麻爲材料，與臺糖公司及中興紙業公司合作進行製造紙漿研究，均獲得初步成功(2)，證實其可行性；美國於1960－1978年間亦曾進行類似探討(6)。

本試驗之目的在評估本所現保存鐘麻種源之若干農藝與產量特性，及原莖產量，期充實本所保存鐘麻種源之特性資料，並估算原莖產量性狀間之相關，以進一步闡明該等產量性狀間之相關關係。

材料及方法

本試驗係以本所現保存之26個鐘麻品種（系）爲材料，自1990年至1991年，以同一材料及管理操作，在臺灣省農業試驗所農場進行二年之試驗。1990年之播種期爲5月8日，1991年爲4月22日。收穫

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1642 號。本試驗承行政院農業發展委員會經費補助（80農建－7.1－糧－107）及（81農建－12.2－糧－12），謹此誌謝。
2. 本所農藝系研究員、副研究員與助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

期則依各供試品種（系）之梢頭部結有小蒴果時，分別收穫其原莖。田間設計採用完全逢機區集法，試區行長3m，行距50cm，株距6cm，小區爲3行區，重複4次。栽培係採用作溝條播。俟種子萌芽後分二次間拔，使株距保持在6cm 左右。公頃肥料施用量爲硫酸銨500kg, 過磷酸鈣220kg 及氯化鉀120 kg，其中磷肥之全量及氮肥與鉀肥之1／3量於播種前一天施用爲基肥，其餘肥料則於種子萌芽後第25天及50天平均施用爲追肥。至於其他田間管理工作概依一般方法進行。

於生育期間調查各品種（系）之開花期、莖色及葉型；麻株梢頭結有小蒴果時收穫中間一行之20株，供原莖鮮、乾重產量估算；鮮重係於收穫當日秤量各品種（系）鮮莖之重量，乾重則爲鮮莖經一週日曬所秤量得的數據；在秤量鮮重之同時，並於各品種（系）各重複隨機取樣10株調查莖長、莖徑及鮮皮厚度等性狀；莖長係自莖基至莖梢間之長度；莖徑係測量莖基部約10cm 處所得之數據；鮮皮厚度則於未測量前，先以鎌刀剝開莖基部表皮長約20cm，再以遊走尺測量之。蒴果成熟時收穫其餘兩行留種，並自每品種（系）之每重複中隨機採收10穗，置於尼龍網袋中，於曬乾後進行考種工作，調查一株蒴果數、一蒴果種子數及種子百粒重。所有資料均予以統計分析。

結果與討論

各供試品種（系）在播種後第五日均發芽完畢，發芽整齊度以臺農2號最優，次爲 P—305080；植株生育正常，除於1990年在 Madras Red 發現輕微炭疽病外，無明顯病蟲害發生。在農藝性狀方面，葉型調查結果顯示在26品種（系）中，屬圓葉型者僅有584—1、BG No.7、583、Cuba—C、C—4、BG—58—10、Everglades 41及 Cuba 等8品種（系），其餘概爲裂葉型。在莖色方面，除臺農1號品種爲淡紅色及 Madras Red 爲紅色莖外，其餘概爲綠色（表1）。在兩個年度的試驗中，各品種（系）間之開花期多分布在10月上中間，且以10月中旬開花者最多（75%），次爲10月上旬（25%）。

鐘麻單株種子產量由一株蒴果數、一蒴果種子數及平均種子重等三因素所組成，各因素除受遺傳質影響外，可能亦受環境（管理方法、氣候等）之左右。本試驗僅就一般栽培管理環境下調查所得結果提出報告，供爲今後繁殖種子及大面積栽培時的參考。表1顯示26個品種（系）的一株蒴果數，其變域介於每株20.3至37.7個之間；有9個品種（系）的每株蒴果數超過30個，其中以P—305080最多，次爲 Cuba—108及50—B；臺農1號及2號品種則分別爲每株30.4與32.7個蒴果；一株蒴果數以 BG—58—10（20.3個）最少。每一個蒴果所含種子數的變異較小，本試驗調查結果最少爲18.2（Cuba—C），最多亦不超過26.2個（Cuba—108—1），分布在21～26粒間之品種（系）數目最多，計有17個，佔總數之65.3%（表1）。參試材料的平均百粒種子重資料亦列於表1，以 BA—52—57最高，次爲 Cuba—108，分別爲3.15與3.02g；多數品種（系）的平均百粒種子重介於2.54～2.90g 之間，計24個，佔總數之92.3%。

鐘麻原莖產量性狀，調查項目包括莖長、莖徑及鮮皮厚度，據調查結果得知（表2），不論係1990年或1991年試驗結果，莖長均以臺農2號表現最優，各年度之莖長分別爲409.8cm（1990）及444.7cm（1991），平均427.2cm，次爲 Cuba—2032、TARKI 及53—M6—116—1等品種（系），平均莖長分別爲401.2、395.1及394.9cm。各品種間之平均莖徑分布於1.91～1.57cm 之間，其中以 P—305080（1.91cm）、50—B（1.90cm）及臺農2號（1.89cm）之莖徑較大，Everglades 71（1.57 cm）最細；鮮皮厚度之平均值分布於16.6～12.9mm 之間，以品種（系）50—B 之16.6mm 最厚，次爲 BG No.7（15.6mm），而以52—E—6—2、Cuba 及52—J 等品種（系）表現較差，分別爲12.9、13.1與13.4mm。

表1. 26個鐘麻品種（系）之葉型、莖色及蒴果性狀表現

Table 1. Leaf shapes, color of stem skin, and capsule characters of different varieties/lines of kenaf.

Variety/Line	Leaf shape	Stem color	No. of* capsules per plant	No. of seeds per capsule	100—seed weight (g)
Tainung No.2	Lobed	Green	32.7	21.4	2.85
584—1	Round	Green	28.5	19.7	2.73
584—2	Lobed	Green	32.4	24.1	2.94
52—J	Lobed	Green	28.9	23.8	2.72
Madras Red	Lobed	Red	26.6	22.6	2.54
50—B	Lobed	Green	36.2	25.7	2.81
P—305080	Lobed	Green	37.7	20.6	2.80
TARKI	Lobed	Green	35.6	23.5	2.83
Tainung No.1	Lobed	Pink	30.4	18.5	2.84
Cuba 108—1	Lobed	Green	27.8	26.2	2.80
53—M6—116—1	Lobed	Green	29.5	24.2	2.83
BG No.7	Round	Green	24.2	21.1	2.62
Cuba 2032—1	Lobed	Green	34.0	24.2	2.87
Cuba 108	Lobed	Green	36.8	20.5	3.02
Everglades 71	Lobed	Green	24.0	21.2	2.75
583	Round	Green	27.6	24.5	2.56
38—F	Lobed	Green	26.8	20.4	2.86
Cuba—C	Round	Green	26.7	18.2	2.88
Madras Blue	Lobed	Green	29.4	24.3	2.75
BA—52—57	Lobed	Green	25.7	19.4	3.15
52—E—6—2	Lobed	Green	31.4	23.5	2.68
C—4	Round	Green	27.1	18.3	2.85
BG—58—10	Round	Green	20.3	26.1	2.89
Cuba 2032	Lobed	Green	28.3	20.7	2.91
Everglades 41	Round	Green	24.2	21.4	2.68
Cuba	Round	Green	26.5	23.6	2.90

*Average value of 1990 and 1991 experimental results.

表2. 26個鐘麻品種（系）之產量及產量性狀表現

Table 2. Yield and yield characters of 26 kenaf varieties/lines cultivated in 1990 and 1991.

Variety/Line	Stem length (cm)			Stem diameter (cm)			Skin thickness (mm)			Stem fresh wt. (kg/0.6m²)			Stem dry wt. (kg/0.6m²)		
	1990	1991	Av	1990	1991	Av	1990	1991	Av	1990	1991	Av	1990	1991	Av
Tainung No.2	409.8	444.7	427.2	1.94	1.83	1.89	13.3	16.0	14.6	14.3	12.1	13.2	6.0	4.5	5.2
584—1	373.5	408.0	390.8	1.83	1.76	1.79	13.3	16.3	14.8	12.2	11.4	11.8	5.2	4.5	4.9
584—2	388.3	389.4	388.8	1.96	1.53	1.74	13.5	14.5	14.0	13.7	9.0	11.4	5.7	3.3	4.5
52—J	386.5	402.9	394.7	1.86	1.61	1.73	13.5	13.3	13.4	13.5	9.0	11.2	5.4	2.9	4.2
Madras Red	384.5	399.7	392.1	1.95	1.67	1.81	13.0	16.3	14.6	12.1	9.8	10.9	4.8	4.1	4.4
50—B	368.8	418.3	393.5	1.97	1.84	1.90	16.5	16.8	16.6	11.0	10.3	10.7	4.9	4.1	4.5
P—305080	375.5	412.7	394.1	2.10	1.73	1.91	14.5	13.3	13.9	11.1	9.5	10.3	4.2	3.1	3.6
TARKI	371.8	418.4	395.1	1.97	1.63	1.80	14.0	14.8	14.4	12.4	7.6	10.0	5.1	2.9	4.0
Tainung No.1	376.5	409.8	393.1	1.95	1.61	1.78	15.0	14.8	14.9	10.2	9.2	9.7	4.2	3.3	3.8
Cuba 108—1	380.3	407.0	393.6	1.90	1.63	1.77	14.3	14.3	14.3	10.9	8.5	9.7	4.4	3.5	4.0
53-M6-116-1	379.0	410.7	394.9	1.86	1.66	1.76	13.0	15.0	14.0	10.7	8.7	9.7	4.6	3.3	3.9
BG No.7	365.3	383.4	374.3	1.77	1.74	1.75	14.8	16.5	15.6	10.2	8.6	9.4	3.8	2.8	3.3
Cuba 2032—1	366.3	396.1	381.2	1.98	1.60	1.79	14.0	13.0	14.1	10.1	8.9	9.5	4.0	3.0	3.5
Cuba 108	371.3	394.9	383.1	1.78	1.46	1.62	13.5	13.8	13.6	11.5	7.6	9.5	4.3	2.5	3.4
Everglades 71	364.0	374.9	369.5	1.73	1.40	1.57	14.0	14.5	14.3	10.8	7.9	9.4	4.2	2.4	3.3
583	375.5	383.1	379.3	1.98	1.56	1.77	13.5	14.8	14.1	10.0	8.4	9.2	4.0	3.1	3.5
38—F	366.8	382.6	374.7	1.85	1.39	1.62	13.5	14.5	14.0	11.5	7.5	9.5	4.7	2.3	3.5
Cuba-C	366.0	369.9	368.0	1.84	1.50	16.7	13.5	13.8	13.6	10.6	7.8	9.2	3.8	2.5	3.2
Madras Blue	364.5	411.4	388.0	1.75	1.74	1.74	13.8	14.3	14.0	8.5	9.0	8.8	3.4	3.3	3.4
BA—52—57	374.5	380.5	377.5	1.86	1.56	1.71	14.8	14.3	14.5	10.8	7.3	9.1	4.6	2.3	3.5
52—E—6—2	372.3	384.7	378.5	1.86	1.36	1.61	12.8	13.0	12.9	10.5	7.4	9.0	4.5	2.7	3.6
C—4	375.3	349.8	362.5	1.88	1.53	1.70	14.0	14.0	14.0	10.1	6.7	8.4	3.7	2.0	2.8
BG—58—10	378.3	334.9	356.6	2.05	1.30	1.68	14.0	13.5	13.8	10.1	4.8	7.5	3.7	1.4	2.5
Cuba—2032	375.0	427.4	401.2	1.87	1.58	1.72	14.0	15.0	14.5	9.0	9.9	9.4	3.6	3.7	3.7
Everglades 41	384.8	347.0	365.9	1.97	1.28	1.62	14.5	12.8	13.6	10.2	4.9	7.5	3.5	1.6	2.6
Cuba	359.0	331.7	345.3	1.79	1.50	1.64	12.3	14.0	13.1	7.9	5.1	6.5	3.2	1.5	2.3
Av.	375.1	391.3	383.2	1.89	1.58	1.73	13.9	14.5	14.2	10.9	8.3	9.6	4.3	2.9	3.6
$LSD^{0.05}$	33.7	38.4	37.9	0.27	0.28	0.25	2.0	2.2	2.0	2.8	1.5	2.4	1.0	0.9	1.0
$LSD^{0.01}$	44.7	51.0	51.5	0.36	0.37	0.34	2.5	2.8	2.5	3.7	2.0	3.3	1.3	1.2	1.4

若就各別年度比較，除 BA—52—57、Caba—C、584—2及583等品種（系）之莖長表現年度間較一致，及 Cuba、Everglades 41、C—4、BG—58—10等品種（系）在第一年（1990）較第二年（1991）表現較優外，其他參試品種（系）概以第二年之表現優於第一年；莖徑則以第一年優於第二年。各品種（系）之鮮皮厚度年度間比較，除 P—305080、BA—52—57及 Everglades 41等品種（系）在第一年之表現優於第二年；50—B、臺農1號、Cuba108—1、Cuba—C、Madras Blue 及52—E—6—2等品種（系）年度間表現頗一致外，其他參試品種（系）均以第二年優於第一年（表2）。考其原因，可能係由於當年（1990）8月19日「楊希」颱風侵襲本省中部地區，至使麻株倒伏或拆斷所導致之結果，複經查閱本所農工系農業氣象研究室有關氣象觀察資料顯示，在1990年除有三次颱風記錄外，1991年較1990年在鐘麻生育期間獲得較高之氣溫、較少之雨量及較多日照（表3）等因素均有利於麻株的生長與發育。

表3. 霧峰地區1990—1991年月平均氣溫、月總降雨量與日照時數變化情形

Table 3. Monthly mean air temperature, precipitation, and photoperiod at Wufeng area in 1990—1991.

Month	Temperature (°C)		Precipitation (mm)		Photoperiod (hrs)	
	1990	1991	1990	1991	1990	1991
Jan	16.0	16.6	22.0	26.0	167.5	190.0
Feb	18.0	17.0	57.5	15.5	168.8	162.9
Mar	18.7	20.9	60.5	19.0	188.8	173.6
Aar	21.5	22.9	52.3	47.0	89.2	149.2
May	24.8	25.8	44.0	40.5	128.6	153.4
Jun	26.6	27.7	417.5	352.5	99.9	130.0
Jul	28.0	28.3	91.5	271.5	153.1	182.7
Aug	27.8	28.2	735.5	148.5	135.2	181.2
Sep	26.6	26.9	110.0	75.5	214.4	142.3
Oct	23.8	23.2	0.5	34.5	261.2	144.6
Nov	21.7	20.2	0	26.0	233.3	131.2
Dec	17.9	17.6	0.5	40.0	213.0	137.3

26個參試品種（系）之原莖產量如表2所示，不論係鮮重或乾重均以臺農2號最高，其平均鮮、乾重分別爲13.2及5.2kg／0.6m^2，其次爲584—1（11.8及4.9kg／0.6m^2）、584—2（11 .4及4.5kg／0.6 m^2）及52—J（11.2及4.2kg／0.6m2）等品種（系），而以品種 Cuba 最低，其平均原莖鮮、乾重分別爲6.5及2.3kg／0.6m^2（表2）。鐘麻原莖之產量及其相關性狀之變方分析列如表4，表中資料顯示原莖鮮重及乾重在品種（系）間均有極顯著之差異；莖長、莖徑及鮮皮厚度於第一年（1990）在品種（系）間無顯著差異，但在第二年（1991）的品種間差異達顯著或極顯著水準。

爲合併二年資料進行綜合變方分析，經測驗不同年度之個別變方分析中機差均方是否均質，結果得知，所有性狀的不同年度之機差均方皆爲均質，故可合併分析。綜合變方分析結果（表4）顯示，莖長、鮮重及乾重等性狀之不同品種（系）間的差異極爲顯著，且品種與年度間有顯著的交感效應存在，表示不同品種（系）在不同年度的表現差異可能並不一致。莖徑及鮮皮厚度在不同年度與品種（系）間雖有極顯著差異，但所有品種（系）在不同年度的表現差異一致（無交感作用存在）。

表4. 鐘麻品種（系）原莖產量性狀之變方分析

Table 4. Analysis of variance on the stem yield characters of kenaf.

Source of Variation	D.F.	Mean square				
		Stem length	Stem diameter	Skin thickness	Stem fresh wt.	Stem dry wt.
		1990				
Block	3	118.3	0.1486*	3.45	92.85**	8.35**
Variety	25	422.2	0.0335	2.84	8.87**	2.12**
Error	75	574.6	0.0379	2.20	4.04	0.49
		1991				
Block	3	7,048.4**	0.1652**	5.34	13.57**	3.30**
Variety	25	3,118.3**	0.0921**	4.71*	12.43**	2.82**
Error	75	746.5	0.0402	2.70	1.15	0.41
		1990+1991				
Year (Y)	1	13,611.3	5.2039**	22.9**	348.15*	103.32**
Block (B/Y)	6	3,583.4	0.1569	4.34	53.21	5.82
Variety (V)	25	2,180.4**	0.0650*	4.59*	15.73**	3.93**
Y×V	25	1,360.2**	0.0606	2.96	5.57**	1.01**
Pooled error	150	660.6	0.0391	2.43	2.59	0.45

*，**=significant at 5% and 1%，respectively.

表5爲鐘麻原莖產量與有關性狀間之相關分析，結果顯示莖長與莖徑，莖徑與鮮皮厚度間呈正相關關係，產量（鮮重或乾重）則與莖長、莖徑及鮮皮厚度均呈顯著或極顯著正相關，但由淨相關分析結果顯示，僅莖長與原莖產量間之淨相關係數顯著，表示莖徑及鮮皮厚度與原莖產量之間並無直接關係，但受莖長的間接影響；換言之，在本項研究所採用的材料及試驗條件下，決定原莖產量最重要之因素爲莖長，此可供爲今後鐘麻生產的參考。

表5. 鐘麻原莖產量性狀間之簡單相關及相關[1]

Table 5. Simple and partial correlation coefficients between stem yield characters of kenaf.

Character	Stem diameter	Skin thickness	Stem fresh wt.	Stem dry wt.
Stem length	0.68**	0.38	0.85**	0.86**
			(0.75**)	(0.76**)
Stem diameter		0.58**	0.62**	0.65**
			(0.03)	(0.05)
Skin thickness			0.40	0.45*
			(0.13)	(0.21)
Stem fresh wt.				0.96**

[1] Figures in parenthesis are partial correlation coefficients.

*，** =significant at 5% and 1% levels, respectively.

參考文獻

1. 季景元。1967。黃麻生長期灌溉及增施肥料效果之研究。中華農學會報69：31—38。
2. 胡敏夫、韓青梅。1981。長莢種黃麻之纖維性狀與紙漿品質之研究。中華農業研究30：350—356。
3. 許水田、季景元。1975。黃麻收穫期對於纖維產量與品質影響之研究。中華農學會報新90：69—80。
4. 臺南棉麻試驗分所。1970。臺灣鐘麻生產改良技術。pp.1—4。臺南棉麻試驗分所編印。
5. 臺灣省農業試驗所。1986。農試所四十年發展史。pp.59—60。臺灣省農業試驗所編印，臺中縣。
6. United Stated Department of Agriculture. 1988. Kenaf Newsprint : realizing commercialization of new crop after four decades of rseearch and development. Beltsville, MD.,USA.

Investigation on the Agronomic and Yield Characteristics in Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) [1]

S. M. Chiu, H. Y. Lu and M. F. Hu[2]

Summary

Twenty-six varieties/lines of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) were cultivated in 1990 and 1991 at the experimental farm of TARI. Agronomic and yield characteristics were evaluated and the correlations among yield traits were analyzed. Eighteen out of the 26 genotypes possessed the lobed-shaped leaves while 8 genotypes had round-shaped leaves. All varietise/lines were green in stem skin color, the only exceptions were Tainung No.1 and Madras red, being light-red and red, respectively. The number of capsules per plant, number of seeds per capsule and 100-seed weight varied among the tested varieties/lines. The Cuba variety had the lowest value in these fruit and seed characteristics.

Varietal effect and varietal×year interaction on stem length, stem fresh weight and stem dry weight were significant. Significant varietal difference in stem diameter and skin thickness also existed, the tedency was the same in different years.

Correlation analysis among the five yield characteristics indicated positive correlations between stem length and stem diameter, between stem diameter and skin thickness and between stem yield and stem length. There was no direct effect of stem diameter and skin thickness on stem yield. The results suggested that the determining factor for stem yield was stem length.

Key words : Kenaf, Hibiscus cannabinus, Stem yield, Fiber crop.

---

1. Contribution No. 1642 from Taiwan Agricultural Research Institute (TARI) . The financial support from the Council of Agriculture, Executive Yuan, ROC, is acknowledged.

2. Respectively, Agronomist, Statistican and Asistant Agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 413, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）41(4)：357～360（1992）

不同時期的乾旱處理對梨樹枝梢生長之影響[1]

施昭彰　　向為民[2]

摘要：梨品種″新世紀″嫁接於鳥梨砧木上，於遮雨的環境下種於栽培槽中，在日長變短後的三個不同時期行三種不同乾濕程度的水分管理（－0.01MPa，－0.03～－0.05MPa及－0.3～－0.5MPa），以觀察土壤中之水分含量對於枝條生長之影響。根據初步試驗結果顯示，土壤的高水分含量（－0.01MPa）會引起植株生長相之變化，即枝條停止生長後予以高的水分處理，會促使枝條頂端再萌發，如果處理高水分含量之前有一段夠長的乾旱期會有促使頂端之花芽萌發開花之現象，中度水分含量（－0.03～－0.05MPa）下，枝條會停止生長，顯示引起梨樹相變化之土壤水分臨界點在（－0.01～－0.03MPa）之間。在低土壤水分含量（－0.3～－0.5MPa）下沒有任何肉眼可見之萎凋顯現，但生長緩慢。

關鍵詞：梨、土壤水分含量、相變化

東方梨之生長在本省水果生產中，產值佔第二位[2]，就未來之生產環境及發展潛力而言，尙有相當之空間，爲求明瞭土壤水分含量在不同時期對枝條生長的影響，以作爲田間灌溉之依據，進而控制營養生長提昇生產力[4,5]，爲本研究之目的。

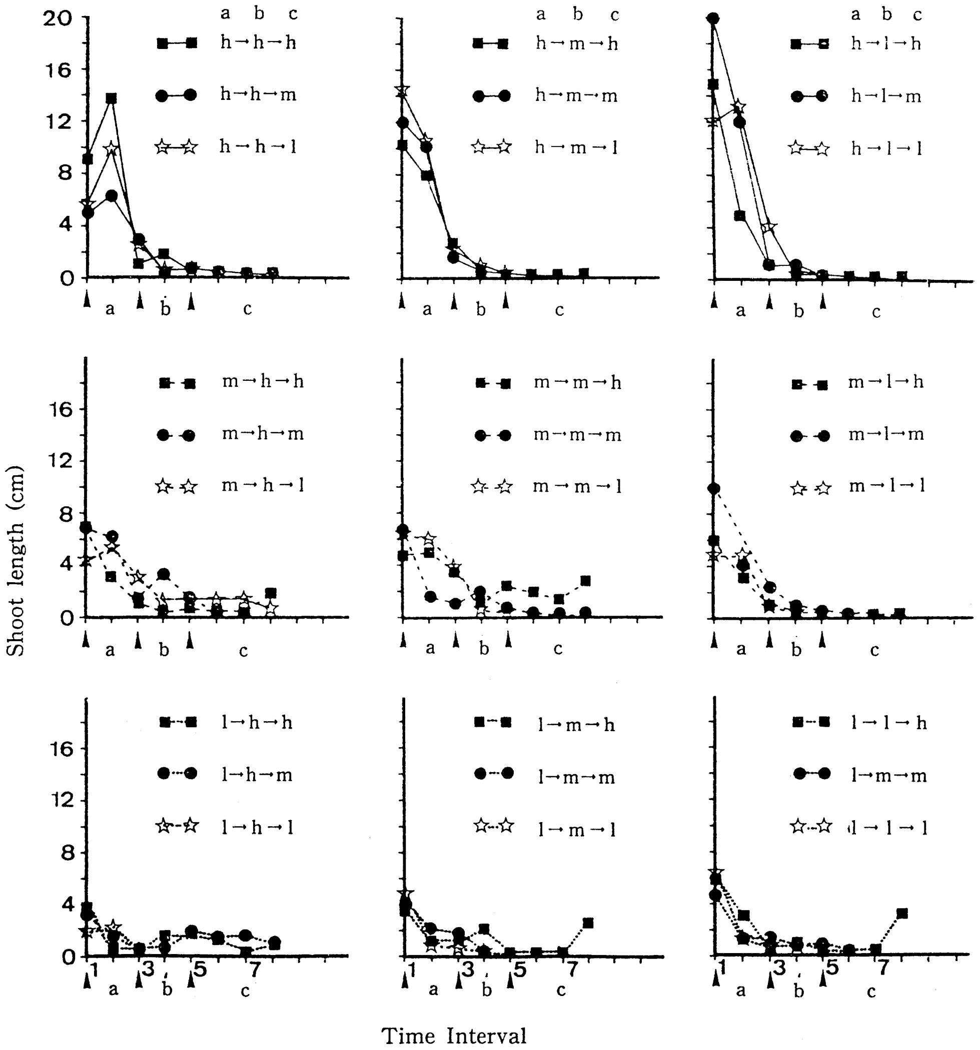
材料與方法

供試植物材料爲東方梨對水分相當敏感之品種″新世紀″嫁接於二年生鳥梨砧木上。供試土壤介質爲砂質壤土添加適量完全腐熟有機肥及 Osmocote 緩效性肥料，嫁接後之植株種植於栽培槽中，並於防雨之網溫室內設計一套不同的供水組合，由長日轉變爲短日後在不同生育階段給予各處理之植株不同之水分管理，土壤水分含量定爲（以水銀張力計及石膏塊測定土壤水分張力）高土壤水分含量：－0.01 MPa，中等水分含量：－0.03～－0.05 MPa 及低水分含量：－0.3～－0.5 MPa（三個範圍），並於不同時期記錄植株之生長狀況。

結果與討論

由圖1可見初期的土壤不同水分處理確實影響枝條增長的幅度，水分含量越高枝條增長的幅度也越大，且植株枝條增長幅度之差異也較大。隨著時間推移，枝條增長幅度逐漸緩慢下來。而初期的較低水分含量繼之以較高水分含量處理較易誘發枝條的再生長，顯示經由土壤之水分管理可望建立有利之生長控制模式[4]。繼初期之中等水分含量處理後，土壤之高水分含量及中等水分含量能維持枝條之緩慢生長，而後續之低水分含量處理則抑制枝條之伸長。繼初期的低水分含量處理之後，土壤之高水分含量能誘導枝條之再度伸長而中等及低等水分含量處理則無此影響，可能的原因除了初期所蓄積之

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1643 號。本研究承行政院國家科學委員會補助試驗經費（計畫編號 NSC77－0409－B055－11），洪瓊兒小姐協助工作，謹此一併申謝。
2. 本所園藝系研究員、農化系助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。



h	: −0.01MPa	*a*	: 11. Jul.～10. Aug.
m	: −0.03～−0.05MPa	*b*	: 10. Aug.～ 5. Sep.
l	: −0.3～0.5MPa	*c*	: 5. Sep.～20. Oct.

圖1 不同土壤水分含量在不同時段對梨樹"新世紀"枝條伸長之影響

Fig1 The influence of different soil water contents in different time interval on the length of shoots of 'Shinseiki' pear.

光合產物較高之外[1]，高水分含量則從另一方面促進根之生長及活力[3]，此點有待進一步之試驗探明。繼初期高水分含量處理之後，任何後續的水分含量處理不能引起明顯之枝條再生長。由上述之結果及觀察所得的資料顯示高土壤水分含量會引起植株相之變化；即使在日長變短之環境下，枝條停止生長後再給予高的水分處理也會促使枝條的再生長，如果乾旱時期夠長，會有頂花芽萌芽開花的現象，此點與 Notodimedjo 等人[6]所觀察者相同；而以其他兩項水分處理枝條持續停止伸長，顯示引起梨樹相變化之土壤水分臨界點在短日下爲－0.01～－0.03MPa 之間。

參考文獻

1. 施昭彰 1987. 早期除葉對不同闊葉木本植物貯藏物質含量及翌年生長勢之影響。西德漢諾威大學博士論文（德文）。

2. 臺灣農業年報 1991. 臺灣省政府農林廳。

3. Elfving, D.C. 1982. Crop response to trickle irrigation. Hort. Rev. 4:1－48.

4. Grierson, W., j. Soule, and K. Kawada 1982. Beneficial aspects of physiological stress. Hort. Rev. 4:247－271.

5. Jones, H.G., A.N. Lakso, and J.P. Syvertsen 1985. Physiological control of water status in temperate and subtropical fruit trees. Hort. Rev. 7:301－344.

6. Notodimedjo, S., H. Danoesastro., S. Sastrosumarto, and G.R. Edwards. 1981. Shoot growth, flower initiation and dormancy of apple in the tropics. Acta Hort. 120:179－186.

Influence of Soil Water Status Treatment at Various Stages on Shoot Growth in Pear Trees[1]

J.C. Shih and W.M. Hsiang[2]

Summary

Pear species 'Shinseiki' were planted in containers under shelter, after being grafted on bird pear rootstocks. To observe the influence of soil water status on shoot growth, three soil water status treatments (−0.01 MPa, −0.03∼−0.05 MPa and −0.3∼−0.5 MPa) were undertaken at three different stages after entering short days.

The preliminary results was showed that high soil water content (−0.01MPa) resulted in changes of plant growth phase. That is, shoot tips rebursted, if high water content treatment was applied after the shoots stopped growing. However, a long enough dry period before the treatment of high soil water content enhanced flowering of buds on shoot tips. Shoot growth stopped under medium soil water content (−0.03∼−0.05 MPa). This is a proof that the critical point of soil water status, which might result in changes of pear tree growth phase, is between −0.01∼−0.03 MPa. Treatment of low soil water content (−0.3∼−0.5 MPa) brought no observable wilting, except retardation in growth.

Key Words : pear, soil water content, growth phase.

---

1. Contribution No. 1643 from Taiwan Agricultural Research Institute. This study was supported by National Science Council. Executive Yuan, ROC (project Nr. NSC 77−0409−B055−11).

2. Respectively, senior horticulturist and assistant agricultural chemist of TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 413, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）41(4)：361～370（1992）

免疫酵素分析測定臺灣馬鈴薯病毒之發生與優良品系之抗Y病毒反應[1]

鄧汀欽[2]　曹幸之[3]　蔡淑娓[2]　黄秋雄[2]　曾明懋[3]

摘要：利用酵素結合抗體免疫分析（ELISA）檢測馬鈴薯病毒A（PVA）、S（PVS）、X（PVX）、及Y之嵌紋型系統（PVY—M）和壞疽型系統（PVY—N）在臺灣馬鈴薯產區之發生情形，結果顯示病毒發生並無地區性差異，而在於種薯的來源和品種（系）的不同。本所選育的優良品系 No.143、No.770、385095—15、385095—54等皆普遍帶有 PVS 和（或）PVX，而較少PVY 的發生，品系中 No.143的 PVY—M 檢出率尤其偏低；但栽培品種卡地娜和克尼伯則少 PVS 或 PVX 的感染，而對 PVY 有較高的再感染率。在相鄰的試驗田，比較經檢查的當季種薯（豐農種）與自行留種的種薯所種出的克尼伯植株，前者生長勢強且病毒發生率比後者低，尤其是 PVA 和 PVS 。篩檢試驗田採收的薯球，因其中多數被 PVY 感染，在原來合格種薯長成的卡地娜樣本中已難尋得無病毒種薯存在；同時調查結果顯示 PVY—M 被檢出率比 PVY—N 高。在田間接種 PVY—M 或 PVY—N 進行抗病性檢定，結果顯示 No.143品系對 PVY（特別是 PVY—M）的抗病性明顯大於卡地娜）。

關鍵詞：馬鈴薯病毒A，馬鈴薯病毒S、馬鈴薯病毒X、馬鈴薯病毒Y，發生，抗病性。

臺灣馬鈴薯病毒病害的發生，早在1950年郭氏研製馬鈴薯X病毒（potato virus X, PVX）的抗血清時，即已考慮到馬鈴薯Y病毒（potato virus Y, PVY）混合感染的問題[5]，可見 PVX 和 PVY 早已存在於臺灣。隨後李氏報告 PVX 系統（strain）[1]和 PVY 系統在臺灣的發生情形[2]，1971年發表馬鈴薯M病毒（potato virus M, PVM）[26]和1974年發表馬鈴薯A病毒（potato virus A, PVA）[27]在臺灣之發生。當時本省的馬鈴薯種薯來自日本，栽培品種主要是農林一號，由於進口種薯價格昂貴，農戶自行留種的情況相當普遍，病毒病害的發生無可避免。1973年7月以後禁止日本種薯進口，同時也開始發展本省的無病毒種薯之生產，初期成效極佳，但在1977年由豐原農會售出的種薯發生嚴重病徵，發病率又偏高[8]，此時的品種是農林一號因在梅峰繁殖種薯而被稱作「梅峰農林一號」，俗稱梅峰種。其間雖然有馬鈴薯捲葉病發生的現象[6,7]，但是直到今天仍然沒有馬鈴薯捲葉病毒（potato leafroll virus）在臺灣發生的鑑定報告。1980年開始建立目前的健康種薯繁殖體系，由種苗改良繁殖場培育基本種，經三級制繁殖與種薯檢查，由農會出售合格的（certified）種薯給農民種植[3]。但是在有關單位的考量下，每年所生產的食用馬鈴薯，在市場銷路難再增多之下，增加種薯之產量，往往造成生產過剩，薯農反受損，所以每年皆維持在40—50公頃的採種（種薯生產）栽培。由於經此三級繁殖制度生產的種薯，所栽培的馬鈴薯產量高，農民獲得實益，造成大家樂於栽培，

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1644 號。本試驗經費部份承農委會81農建—12.2糧—27（3）計畫補助，謹致謝忱。
2. 本所植物病理系助理研究員、約僱技術員、研究員。
3. 本所園藝系研究員、約僱技術員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

以致於發生種薯供不應求的現象，仍然有所謂「販仔種」一由採種商供應的種薯普遍種植，它們沒有經過檢查，其中帶病毒的比率偏高，成爲低產的主因[8]。目前的栽培品種以克尼伯（Kennebec）和卡地娜（Cardinal）爲主，產區集中在臺中縣、雲林縣和嘉義縣三個地區。由於1987年報告證實馬鈴薯S病毒（potato virus S, PVS）已存在於臺灣[13]，目前健康種薯生產體系下所檢查的病毒包括 PVA、PVS、PVX、PVY-M 及 PVY-N 等五項，而方法大多採用酵素結合抗體免疫分析（Enzyme linked immunosorbent assay, ELISA）[4,14,19]。

鑑於健康種薯的培育耗時費力，其無病毒的狀況更難以避免再感染的發生。曹氏等[9]於1987年篩選出三百餘營養系（clones）具抗 PVY 的特性，並以其中農藝性狀較佳者進行區域試驗，擬近期推廣栽培[10]。本研究的目的即爲瞭解本省馬鈴薯病毒病害的發生情形，及探討所選育的優良品系在現階段的栽培環境下對病毒病害的反應。

材料與方法

一、調查之病毒種類與偵測之方法

本試驗調查的病毒包括 PVA、PVS、PVX、PVY 嵌紋型系統(PVY—M) 及 PVY 壞疽型系統(PVY—N)[12]。病毒偵測的方法是採夾層抗體法(double antibody sandwich method, DAS)進行 ELISA[19]，供試的免疫診斷試劑(immunodiagnostic reagents)，除部份 PVS 的診斷組劑（kit）購自Boehringer Mannheim GmbH 外，其餘皆依 Clark and Adams[19]的方式製備而成。

二、馬鈴薯樣品之採集與檢體之製備

1. 1991年春季在斗南、溪口、后里及本所試驗田等九處馬鈴薯田，以逢機取樣方式採集植株葉片、淬取汁液當檢體，以DAS—ELISA 測定其中病毒感染情形。供試的品系（種）有385095—15、385095—54、No.143、No.770、卡地娜、克尼伯及五峰種，前四種爲本所選育品系，後三種爲栽培品種。卡地娜種薯購自斗南農會，克尼伯種薯購自豐原農會，五峰種爲試作農戶自留種。
2. 1991年1月在斗南一處相鄰的兩塊馬鈴薯田中，分別逢機取樣，兩田均種植克尼伯，但其種薯來源，一購自豐原農會（俗稱豐農種），一由農戶自行留種一代。各採48株的葉片當檢體，偵測其病毒發生情形。
3. 1991年10月篩檢當年試驗田所採收的種薯，計有385095—15、No.143、No.770、No.386、卡地娜、克尼伯、及歐美嘉（Omega）等品系（種），共採樣791個塊莖，待發芽後各取一個芽(sprout)，以含3%亞硫酸鈉的淬取緩衝液（PBS—Tween+2% polyvinylpyrolidon K—25）磨取汁液當檢體，進行 DAS—ELISA ，測定塊莖所帶 PVY—M 及 PVY—N 之比率，以瞭解PVY 系統的流行性。

三、No. 143馬鈴薯品系田間抗 PVY 測定

在本所馬鈴薯栽培品種試驗田中逢機設定供試小區，分別接種 PVY—M 或 PVY—N ，並以不接種爲對照，測定卡地娜及 No. 143對 PVY 之反應，每小區20株，株距30公分。接種前所有供試植株於苗期（30 DAP）全部經ELISA 篩檢是否感染 PVY。接種方式按照一般病毒磨擦接種的步驟，而接種源（inocula）則來自於已鑑定而保存於網室中的菸草（*Nicotiana sylvestris* Speg. et Comes）[12]。接種後3週及9週分別採集各項處理的植株10—20棵（原已感染 PVY 的不計），以 ELISA 測定葉片中的病毒，並比較品種間感染率的差異。

結　　果

一、病毒之發生與分佈

1. 馬鈴薯病毒A.S.X.Y在馬鈴薯植株發生情形

由不同產區及試驗田以逢機取樣方式所採取的葉片當檢體，經ELISA 測定罹患病毒之情形，如表一所示，病毒的發生在各地不同品種（系）上有相似之結果，亦即選育中的品系

385095—15、385095—54、No. 143、No. 770等皆普遍被 PVS 及 PVX 感染，而對 PVY—M 或PVY—N 有較低的檢出率，尤其是 No. 143對 PVY—M 的檢出率極低；相同環境及栽培條件下，栽培品種克尼伯及卡地娜則較少被 PVS 及 PVX 感染，而對PVY—M 或 PVY—N 有較高的檢出率，五峰種普遍感染有 PVA、PVS 及 PVX （后里—2），但由實生種子繁殖兩代之植株則無 PVS 及 PVX 感染的現象 (后里—3)。

表1. 利用酵素結合抗體免疫分析偵測馬鈴薯病毒 A, S, X, Y 在馬鈴薯植株發生之情形
Table 1. Detection of potao viruses A, S, X, Y occurred on potato plants by ELISA

採集地點 Location	品種／品系 Potato cv./line	與該抗體呈陽性反應之株數 No. of plants positively reacted with PVA	PVS	PVX	PVY-M	PVY-N	採樣總株數 No. of sampled plants(total)
斗南 Tounan	385095—54	0	24	24	0	24	24
	No. 143	6	44	45	0	13	48
	Kennebec	8	7	7	7	12	24
	Cardinal	15	17	0	10	22	36
溪口—1 Shikou—1	385095—15	0	48	48	0	26	48
	No. 143	12	32	29	0	1	32
	No. 770	3	67	0	7	2	70
	Kennebec	14	2	0	14	16	24
	Cardinal	18	4	0	10	9	40
溪口—2 Shikou—2	No. 143	22	50	47	0	0	50
	Cardinal	25	29	0	14	6	36
溪口—3 Shikou—3	No. 143	20	240	227	43	120	240
溪口—4 Shikou—4	No. 143	0	50	52	0	3	53
后里—1 Houli—1	385095—15	12	24	22	4	4	24
	No. 143	16	48	46	3	5	48
	Kennebec	17	23	0	17	9	24
后里—2 Houli—2	No. 143	23	32	23	0	1	32
	五峰	12	12	12	2	0	12
后里—3 Houli—3	五峰	18	0	0	3	3	18
農試所 TARI	385095—54	4	35	35	1	4	35
	No. 143	6	36	57	0	1	63

2. 不同種薯來源的馬鈴薯植株病毒發生情形

由第一代檢查合格的種薯（豐農種）所長成的植株，生育勢強，明顯優於自留種第二代所長成的植株，且由逢機取樣的檢體中分析病毒感染情形，結果如表二，前者健株率約21%，後者僅2%，田間繁殖一代，克尼伯的 PVA 和 PVS 感染明顯增加。

表2. 不同種薯來源之馬鈴薯植株生長期的病毒發生比較

Table 2. Comparison of virus incidence on potato plants derived from certified and uncertified seed-tubers[1]

種薯來源 Seed-tuber source	與該抗體呈陽性反應之株數 No. of plants positively reacted with[2] PVA	PVS	PVX	PVY-M	PVY-N	[3] —	採樣植株總數 No. of sampled plants(total)
豐農種[4] Certified	23	23	0	25	8	10 (20.8%)	48
自留種[5] Uncertified	33	43	0	28	8	1 (2.1%)	48

[1] Potato cv. Kennebec in Tounan was tested in 1991.
[2] Detected by DAS—ELISA.
[3] Number of plants negatively reacted with five kinds of antibody.
[4] Seed tubers were derived from virus—free meristem culture, propagated and sold by Fengyuan Farmer's Association.
[5] Seed tubers were kept for one more generation from crop production.

3. 比較 PVY-M 及 PVY-N 在馬鈴薯上的發生

由不同試區所採各品種（系）之留種薯中 PVY—M 與 PVY—N 一起被檢出的機率很高，所有供測種薯之 PVY—M 單獨發生的比率約爲 PVY—N 的四倍，其中栽培品種卡地娜、克尼伯及歐美嘉和品系 No.386、No.770等都以 PVY—M 的發生率較高，唯有品系 No.143及385095—15是以 PVY—N 發生較多（表三），而且田間繁殖一代的卡地娜薯球幾乎都有 PVY 感染。

表3. 從馬鈴薯芽體檢測種薯帶嵌紋型或壞疽型馬鈴薯Y病毒之發生[1)]

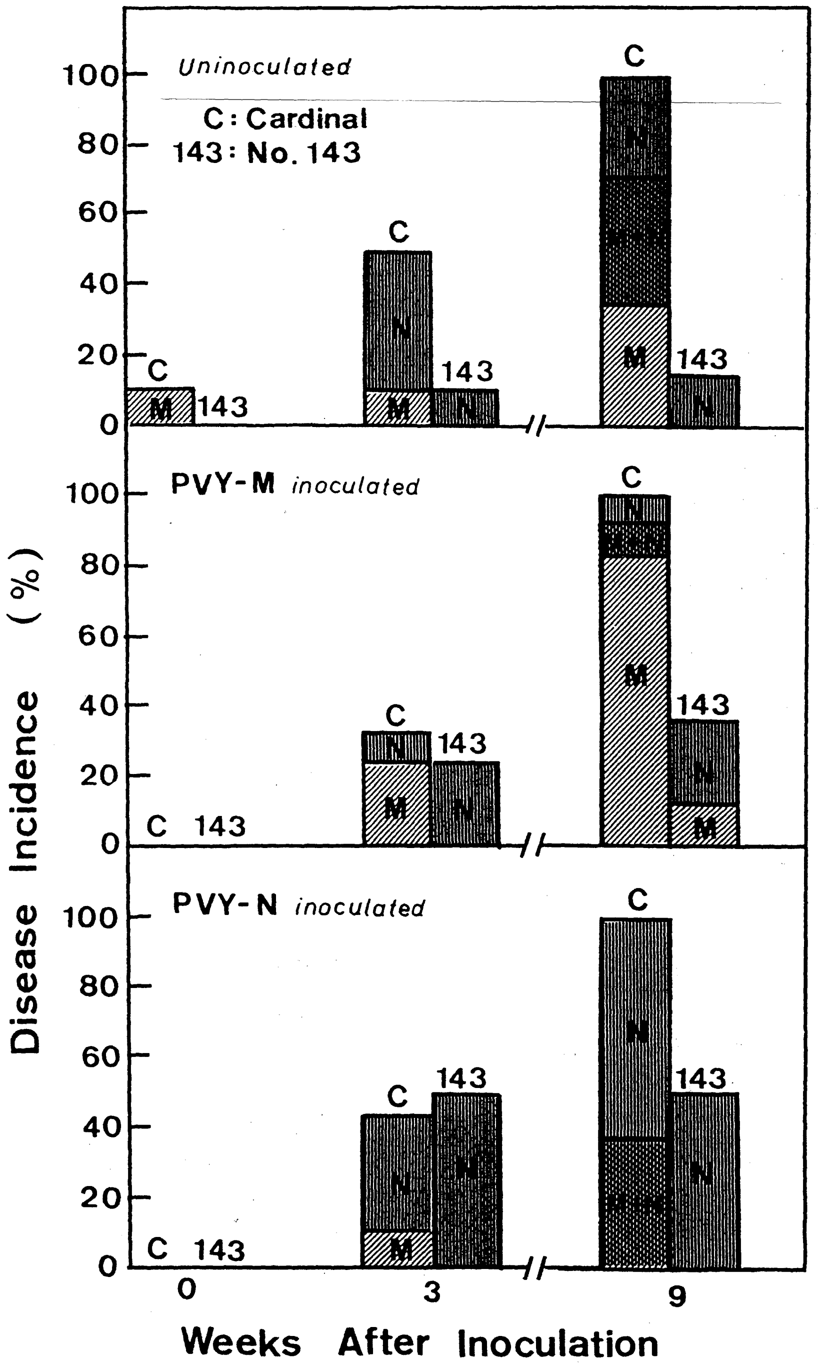
Table 3. Detection of mosaic and necrotic strains of potato virus Y in tuber sprouts.

品種／品系 Potato cv./line	種薯來源 Tuber source	呈陽性反應之塊莖數 No. of tubers contained PVY-M	PVY-N	PVY-M&PVY-N	[2)] —	採樣塊莖總數 No. of sampled tubers(total)
No.143	農試所試驗田[3)]	5	22	20	33	80
385095—15	農試所試驗田[3)]	9	12	25	95	131
No.770	農試所試驗田[3)]	8	0	1	45	54
No.386	農試所試驗田[3)]	17	0	6	31	54
No.386	后里試驗田[4)]	7	5	1	75	88
Cardinal	農試所試驗田[3)]	0	1	37	2	40
Cardinal	后里試驗田[4)]	59	0	26	3	88
Kennebec	農試所試驗田[3)]	11	11	9	49	80
Kennebec	后里試驗田[4)]	37	2	23	26	88
Omega	后里試驗田[4)]	68	0	2	18	88
總數（Total)		221	53	150	367	791

[1)]Tested tubers were harvested in the spring of 1991.
[2)]— : Number of tubers negatively reacted with two kinds of antibody.
[3)]Tubers were harvested in TARI experimental farm.
[4)]Tubers were harvested in experimental field in Houli.

二、田間抗病檢定之結果

如圖一所示，在開放田間未接種的情況下，採收前所有卡地娜品種植株已測出100%感染 PVY，其中 PVY—M 有35%， PVY—N 有30%，而 No.143則僅少數被 PVY—N 感染，且未有 PVY—M 入侵的現象。在接種 PVY—M 的試區除少數 PVY—N 自然感染的植株外，卡地娜在生育後期有92%被 PVY—M 感染（包括8%與 PVY—N 混合感染株），而No.143僅有少數（12.5%）被 PVY—M 感染，其比率小於 PVY—N 自然感染的比率（25%）。因此在 PVY—N 接種的試區，No. 143的植株有半數被 PVY—N 感染而沒有 PVY—M 自然感染的現象，卡地娜則有100%被 PVY—N 感染且有37.5%是與 PVY—M 複合感染。



圖一、田間試驗比較馬鈴薯卡地娜品種與 No.143品系接種 PVY 嵌紋型系統 (PVY—M) 與壞疽型系統 (PVY—N) 之病勢發展。

Fig. 1 Comparison of disease incidence of potato cultivar Cardinal and line No. 143 inoculated with PVY mosaic strain (PVY—M) or necrotic strain (PVY—N) in the field trial.

討　論

病毒病害被認爲是臺灣馬鈴薯生產的限制因子，至目前已有8種病毒發生之報告[22]，但是眞正有鑑定之病毒種類僅有 PVA[27]、PVM[26]、PVS[12]、PVX[1]、PVY[2,12]等五種。近年來由於 PVM 很少被檢出，現行種薯檢查偏重於PVA、PVS、PVX、及PVY 等四種病毒，本研究也僅針對這四種病毒加以調查分析。

由於健康種薯繁殖技術的成功及其生產體系業已建立運作[3,8]，同一批種薯可被農會賣到南北各地栽培區，因此病毒病害的發生，除地區性環境影響之外，種薯來源亦爲其主要因素之一。如試驗中克尼伯及卡地娜品種對 PVS 及 PVX 的檢出率低於選育中的幾個品系，即由於克尼伯及卡地娜是經健康種薯繁殖體系所生產，其種薯係檢查合格者；而其他本所選育中的品系是經過多年田間篩選試驗而來，其間未經生長點組織培養及種薯檢查，而且由於 PVS 和（或） PVX 感染的馬鈴薯植株都呈無病徵感染（symptomless infection），在留種過程中不易被肉眼檢出，又經兩年區域試驗，在產地由農戶留種，這些品系已幾近全數被 PVS 和（或） PVX 所潛伏感染，但其 PVY 的感染率卻仍比卡地娜和克尼伯低，尤其是 No.143品系在各地，植株雖生育階段不完全相同，但對 PVY—M 的檢出率在各地都很低，而且生育茂盛，產量均在30—40 t/ha[10]顯示其對 PVY 入侵有抵抗性，有效控制病毒的蔓延。

PVS 和 PVX 的感染是以機械傳播（mechanical transmission）爲主[21,25,33]，在田間除了莖葉接觸傳染外，種薯切塊及田間咀嚼式口器昆蟲爲其大量蔓延的途徑，選育中的品系即爲此全面被污染。另外， PVA 及 PVY 的感染主要靠蚜蟲媒介傳播[17,22]，它們在田間的流行除了受種薯帶病毒的影響外，端視蚜蟲的發生消長與活動能力。由於 PVY 寄主範圍廣，馬鈴薯以外的其他大宗茄科作物如番茄、番椒、菸草等都受其感染，而媒介的蚜蟲有31種（species）之多，尤其以桃蚜（*Myzus persicae* Sulzer ）傳播病毒的效率最高[22,24]，而桃蚜在本省自秋季至翌年春季均屬有翅型之活動季節，此時若有病毒感染源存在，對於易受感染的作物，經由桃蚜傳播 PVY 則不易防患[11]，因此不具抗病性的品種如卡地娜感病率偏高。

利用試驗田採收的種薯當樣品來檢測其中所帶的病毒，亦可測出各品種（系）罹患病毒的種類與頻率，供試卡地娜品種係以健康種薯在田間繁殖一代，其薯球已幾近全數感染 PVY 。由此可見，健康種薯僅在生育初期維持「無病毒」狀況，到了後期仍不免受 PVY 再侵入感染，因此利用健康種薯防治 PVY ，並不能避免生育期間的病毒入侵，對目前栽培品種其效果維持不超過一季，爲此每年更新種薯確有其必要性。但是供試的品系雖非來自健康種薯繁殖體系，而在開放的田間繁殖多年，且田間留種在本所是單穴選留，在產區則是隔離田全區留，其中仍維持相當比率的個體呈 PVY-free的現象，尤其 No. 143及 No. 770品系均已經無性繁殖十年以上，其對 PVY 之抗性可見一斑。

關於馬鈴薯抗病毒的研究，在1920年開始即利用 Oortwin Botjes' field exposure test ，把供試品種植於罹病株間，再觀察其發病反應，選出抗病品種加以應用，而且認爲所有馬鈴薯病毒，都可藉選出抗病品種以之對抗[34]。至於需要進行抗病基因遺傳分析的試驗，仍以人工接種爲必要手段[19,29,30,34]。因爲 PVY 的抗病基因單純[30]，人工汁液接種病毒過程簡單而有效，病徵也不難判別，所以抗 PVY 的研究得以順利進行，現在世界各地不乏抗PVY 的馬鈴薯品種（系）[31]，本省也有一些材料[9]。目前本地的栽培品種卡地娜及克尼伯，前者被認爲是 PVA 的免疫品種，而後者則具有抗 PVA 及 PVY 特性[15]。雖然如此，在本試驗中卡地娜品種經抗病檢定，卻極易感染 PVY—M 和（或） PVY—N ，且如果被 PVS 或 PVX 加入混合感染即呈皺縮嵌紋嚴重病徵。另外 Bagnall 和 Tai[16]根據12年的試驗數據，把馬鈴薯40個品種分成五個抗病等級，其中克尼伯即屬於極抗（highly resistant）反應，但是他們也承認當感染源壓力大（heavy infection pressure）時，克尼伯在田間

亦會被 PVY 感染。本省的情況即是如此，馬鈴薯栽培期間，產地附近也充斥著菸草、番茄、或番椒等茄科作物，且種薯帶來的病毒也都當成初感染源（primary inoculum），此時又逢有翅桃蚜的活躍期[11]，在此情形下即使克尼伯品種具有抗 PVY 的特性，也抵擋不了 PVY 的入侵，故本試驗南北調查的結果都顯示，在克尼伯品種上的 PVY 檢出率偏高，且試驗中也發現部份克尼伯植株也感染 PVA、PVS、和（或）PVX，但除非複合感染否則病徵都不會很嚴重。

1987年 Singh 和 Somerville[32]利用 ELISA 讀值（A_{405nm}）之高低做爲病毒濃度之指標，發現 PVY 在植株體內的繁殖率和寄主在田間抗病力有相關性，但是被 Bagnall 和 Tai[16]列爲極抗反應的克尼伯（12年平均罹病率是0.4%），其 A_{405nm} 爲0.11—0.59及 cv. Katahdin（12年平均罹病率是0%），其 A_{405nm} 爲0.26—1.41，且兩者都有壞疽病徵。事實上這種 ELISA 讀值及病徵反應在本試驗中都相當於正反應（positive reaction），而被歸入已感染的株數中，使得本調查結果之病毒檢出率略高，因其中尙包括許多無病徵感染的株數。相形之下，No. 143品系的 PVY 田間自然發生率始終偏低，而且田間抗病檢定時，接種後3週或9週取樣都只有少部份植株由 ELISA 偵測出 PVY，但讀值也不是很高，進一步的田間試驗，No.143到生長後期多數植株葉片偵測不出 PVY（資料待發表），其抗 PVY（尤其是 PVY—M）的特性應無庸置疑，至於抗病機制的探討不在本試驗範圍。

研究調查同時顯示，PVY—M 的發生頻度比 PVY—N 高，或爲馬鈴薯主要病毒系統（dominant strain），則與其他地區的情況類似[20,24,31]。雖然抗 PVY的基因 Ry 對 PVY 的三個系統[22]都有抵抗作用[30]，但是 No.143品系在本試驗中表現出抗 PVY—M 效力比抗 PVY—N 強。

解決馬鈴薯病毒病害的兩種途徑，一是利用無病毒種薯，一是提高栽培品種抗病力[18]。由於感染 PVY 可造成馬鈴薯減產10—80%[21,30]，根據觀察，如果栽培品種無抗PVY 能力，種薯繁殖過程中從基本種（foundation seed）到採種（certified seed）的期間就極易罹患 PVY[16]，更何況在一般生產的田間。尤其在本省馬鈴薯栽培季節，PVY 感染壓力極大，不具抗病力的品種很難有穩定的產量，即使目前經由無病毒繁殖體系生產推廣的兩個栽培品種具有一些抗病性，亦會受到 PVY 感染，因此未來新品種的推出亦不能忽略其抗病力之表現。

新品系 No.143及 No. 770都具抗 PVY 特性，而且 No.143的薯球產量及品質均獲試種農戶接受，但是目前普遍感染 PVS 與 PVX。雖然 PVS 和 PVX 的感染對馬鈴薯影響極微[35]，且無病毒薯株也極易再感染（reinfection）PVS（每年有67%）且不易去除，因此 Manzer等人認爲在種薯生產過程中不需費工夫去脫除 PVS[28]。但本省的 PVS 感染卻會造成馬鈴薯 Russet Burbank 品種的衰退早熟[13]，PVS 與 PVX 之混合感染在一般栽培品種造成輕症漣葉病徵，影響種薯品質[4]，因此仍需利用生長點培養，育出完全的健康種薯以供推廣應用。

引用文獻

1. 李賢德。1964。本省馬鈴薯微斑嵌紋病病毒系統之調查研究。檢驗 34：22—26，35：27—50，36：28—36。
2. 李賢德。1970。臺灣發生之馬鈴薯斑紋病病毒系統之調查研究。植保會刊 12：41—51。
3. 何偉眞、廖文偉、蕭芳蘭、廖玉珠、楊佐琦、呂勝利。1990。馬鈴薯優良種薯生產改進。蔬菜作物試驗研究彙報 6：9—11
4. 吳榮、盧耀村。1991。馬鈴薯種薯繁殖圃之病毒檢查。植保會刊 33：424-425。(摘要)
5. 郭國柱。1964。馬鈴薯種薯供應試驗。（第二報）馬鈴薯X毒素病抗血清之製造及力價之檢定。農業研究 14：26—28。
6. 陳培昌、鄭希焜、張自治、倪萬丁、許振顏。1976。無病毒馬鈴薯種薯生產力試驗。新竹區農業改良場研究報告 28：17—34。
7. 陳培昌、鄭希焜、陳英隆、倪萬丁、李窓明、范淑貞、陳麗美。1977。六五／六六年期馬鈴薯採種圃拔除病，可疑株工作報告。新竹區農業改良場研究報告 32：11—22。

8. 陳培昌。1989。馬鈴薯無病毒種薯繁殖技術。園藝種苗產銷技術研討會專集。P 41—68。

9. 曹幸之、陳進分、李碩朋。1987。抗Y毒素馬鈴薯族群之篩選試驗。中華農業研究 36：381—388。

10.曹幸之、陳培昌、李碩朋、劉慧卿。1991。馬鈴薯品系之區域試驗。中華農業研究 40：178—187。

11.廖惠堂、吳國家、邱瑞珍。1979。馬鈴薯桃蚜（*Myzus persicae*）之生態觀察及其防治試驗。中華農業研究 28：279—284。

12.鄧汀欽、黃秋雄、張清安、蕭芳蘭、楊佐琦、盧耀村。1990。臺灣發生之馬鈴薯Y病毒嵌紋型與壞疽型系統之特性。植保會刊 32：243—255。

13.盧慶輝、盧耀村。1987。加工用馬鈴薯品種病毒檢查及健康種原之培育。植保會刊 29：448—449（摘要）。

14.蕭芳蘭、鄧汀欽。1987。利用 ELISA 偵測馬鈴薯病毒技術之應用。植保會刊 29：448（摘要）。

15.Ansink, H. 1991. Netherlands Catalogue of Potato Varieties 1991. NIVAA, The Hague, CPRO－DLO (ed.), Wageningen. 230pp.

16.Bagnall, R. H., and Tai, G.C.C. 1986. Field resistance to potato virus Y in potato assessed by cluster analysis. Plant Dis. 70:301－304.

17.Bartels, R. 1971. Potato virus A. C.M.I.／A.A.B. Descriptions of plant viruses. No. 54.

18.Brown, C.R. 1978. Breeding for resistance to potato leaf－roll and Y viurses. *In:*International Potato Center (CIP). Developments in the Control of Potato Viruses. Report of the Planning Conference, Lima, Peru, 14—18 Nov. 1977. Lima, CIP. pp. 74－80.

19.Clark, M. F., and Adams, A. N. 1977. Characteristics of the microplate method of enzyme－linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. J. Gen. Virol. 34:475－483.

20.Davidson, T. M. W. 1978. Field trials for virus resistance. *In:*International Potato Center (CIP). Developments in the Control of Potato Viruses. Report of the Planning Conference, Lima, Peru, 14－18 Nov. 1977. Lima, CIP. pp. 81－92.

21.De Bokx, J. A. 1972. Graft and mechanical transmission. *In:*Viruses of the potato and seed potato production. J. A. de Bokx (ed.), Wageningen. p.26－35.

22.De Bokx, J. A., and Huttinga, H. 1981. Potato virus Y. C. M. I.／A. A. B. Descriptions of plant viruses. No. 242.

23.Green, S. K. 1991. Integrated control of virus diseases of vegetable in Taiwan. *In:*Integrated Control of Plant Virus Disease. (K. Kiritani, H. J. Su, and Y. I. Chu eds.) FFTC, Taipei. p. 35－68

24.Harrington, R., Katis, N., and Gibson, R. W. 1986. Field assessment of the relative importance of different aphid species in the transmission of potato virus Y. Potato Res. 29:67－76.

25.Koenig, R., and Lesemann, D. E. 1989. Potato virus X. C.M.I.／A. A. B. Descriptions of plant viruses. No. 354.

26.Lee, S. 1971. Occurrence of potato virus M and its strains in Taiwan. J. Agric. Assoc. China 76:78－89.

27.Lee, S., and Wang, C. 1971. Potato virus A found in Taiwan. Plant Prot. Bull. (Taiwan) 16:102－109.

28.Manzer, F. E., Merriam, D. C., and Hepler, P. R. 1978. Effects of potato virus S and two strains of potato virus X on yields of Russet Burbank, Kennebec, and Katahdin cultivars in Maine. Am. Potato J. 55:601－609.

29.Mendoza, H. A. 1978. Popualtion breeding for virus resistance. *In:*International Potato Center (CIP). Developments in the Control of Potato Viruses. Report of the Planning Conference, Lima, Peru, 14－18 Nov. 1977. Lima, CIP. pp. 165－171.

30.Ross, H. 1978. Methods for breeding virus resistant potatoes. *In:*International Potato Center (CIP). Developments in the Control of Potato Viruses. Report of the Planning Conference, Lima, Peru, 14－18 Nov. 1977. Lima, CIP. pp. 93－114.

31.Salazar, L. 1978. Sourcees of resistance to PVY. *In:*International Potato Center (CIP). Developments in the Control of Potato Viruses. Report of the Planning Conference, Lima, Peru, 14－18 Nov. 1977.

Lima, CIP. pp. 27−32.

32.Singh, R. P., and Somerville, T. H. 1987. Relationship of virus concentration with the field resiatnce to potato virus Y in potatoes. Am. Potato J. 64:69−80.

33.Wetter, C. 1971. Potato virus S. C. M. I./A. A. B. Descriptions of plant viruses. No. 60.

34.Wiersema, H. T. 1972. ~~Breeding for resistance. *In:*Viruses of the potato and seed~~ potato production. J. A. de Bokx (ed.), Wageningen. p. 174−187.

35.Wright, N. S. 1977. The effect of separate infections by potato viruses X and S on Netted Gem potato. Am. Potato J. 54:147−149.

Occurrence of potato viruses in Taiwan and resistance to virus Y of some promising clones as determined by ELISA[1]

T. C. Deng[2], S. J. Tsao[3], S. W. Tsai[2],
C. H. Huang[2] and M. M. Tseng[3]

Summary

Occurrence of potato viruses A (PVA), S (PVS), X (PVX), Y mosaic strain (PVY−M), and Y necrotic strain (PVY−N) in potato growing areas of Taiwan were investigated by ELISA. The frequency of virus detected from sampled locations showed no regional difference, but souces of seed-tubers and varieties cultivated made difference. All promising potato clones of No. 143, No. 770, 3865095−15, and 3865095−54 were found to be widely contaminated by PVS and/or PVX but much less infected by PVY. Particularly clone No. 143 was rarely infected by PVY−M. Cultivars Cardinal and Kennebec were frequently detected to be infected by PVY but seldom found to be infected by PVS or PVX. Comparing the potato plants from two neighboring fields, plants derived from current-year certified seeds outgrew those derived from second-year seed tubers, the latter being highly infected by viruses, especially PVA and PVS. Much more PVY−M than PVY−N was detected in tubers harvested from various experimental fields, indicating that mosaic strain is the dominant strain of PVY in Taiwan. High percentage of PVY reinfection to seed-certified potato cv. Cardinal in the field, resulted in very low rate of virus-free tubers produced. The results of inoculation with PVY−M or PVY−N to test the disease responses of clone No. 143 and cv. Cardinal indicated that clone No. 143 was more resistant to PVY infection (PVY−M in particular) than Cardinal in the field trial.

Key words : PVA, PVS, PVX, PVY, occurrence, resistance

---

1. Contribution No. 1644 from Taiwan Agricultural Research Institute. This research was supported in part by grants from Council of Agriculture, Exective Yuan, ROC.
2. Respectively, Assistant Plant Pathologist, Technician of projects, and Senior Plant Pathologist, Department of Plant Pathology, TARI.
3. Senior Horticulturist and Technician of Projects, Department of Horticulture, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 413, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 41(4)：371～381 (1992)

相對濕度計標準校正裝置之製作試驗

陳加忠　　曹之祖

摘要：在此研究中改良製作一種相對濕度計的標準校正設備，此設備利用兩股氮氣氣流，各爲絕乾與含飽和水蒸氣狀態下加以混合，以產生全範圍的相對濕度值。相對濕度計在此混合氣流之量測值用以建立校正曲線，其相對標準值係得自冷卻鏡面法量測之露點溫度與乾球溫度，而此露點溫度量測技術係可歸源於 NBS 標準，以此技術建立之校正曲線與利用十三種飽和鹽溶液建立之結果比較，前者所得之校正曲線有更良好的準確性。利用此校正裝置可提供一種簡單，快速之技術，以執行相對濕度計之校正作業。

關鍵詞：校正裝置，露點溫度計，相對濕度計

在環控農業的應用研究中，除溫度之感測、控制外，相對濕度的量測與控制，已逐漸成爲被重視之因子。因此相對濕度計之性能研究也日益重要。爲比較各型濕度計的作業性能，以做爲農業環境量測之用，相對濕度之標準產生裝置有加以研究探討之必要。

此論文研究之目的如下：

一、製作改良分流式標準相對濕度校正裝置，以露點溫度量測值爲標準值。

二、比較此技術與慣用之飽和鹽法對相對濕度計之校正性能差異。

三、研究比較兩種相對濕度計之性能。

文獻探討

一、相對濕度計之校正設備

在進行相對濕度計的性能校正時，需要將濕度計置於具有" 標準相對濕度值" 的環境，以此標準值與濕度計讀出值加以比較，並建立校正曲線。因此可知產生此標準值之設備其準確度直接影響濕度計之校正性能。

已商品化的標準相對濕度產生裝置主要有四種：

(詹氏1987, Cole and Reger, 1970, Lapinski et al, 1976)

(一)雙溫度法：

將氣體在第一溫度下 (T1) 通過飽和水槽 (Saturated water tank) ，使氣體爲百分之百飽和狀態，再將此氣體導入另一高於第一溫度之空間內 (其溫度爲 T2) ，由於溫度之增加使相對濕度降低。由 T1與 T2值之調整可得不同之相對濕度值，此設備之特點在於相對濕度產生裝置之準確度受到兩溫度維持準確性之影響。

(二)雙壓力法：

此方式係將一定溫下之飽和氣流通過膨漲閥進入另一相同溫度之空間內，由氣體定律 (

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告 1645 號
2. 本所農工系副研究員，技士。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

PV＝RT）可知，經膨漲後壓力降低，因氣流中水份質量不變，其分壓水蒸氣壓力亦降低，而無法仍存在於飽和狀態。因此由氣體膨脹前後壓力的調整可產生不同之相對濕度環境，此方法產生濕度之準確性受到膨脹過程前後溫度，壓力的控制所影響。美國國家標準局（NBS, National Bureau of Standards）採用此方法爲其標準相對濕度產生器。

㈢分流法：

此方法係在一恒定溫度空間之下，將兩股流量不同的氣體，一爲絕乾，另一種爲完全飽和，在充份混合下產生不同範圍的相對濕度值。由兩股氣體之質量比例與混合前後各階段之壓力，可加以計算相對濕度值，此方法之主要特點在於可以快速產生任意濕度值，缺點在於不容易精確控制兩股氣流之比例。商業化之分流式相對濕度產生裝置已日益普遍，但其價格十分昂貴。

㈣飽和鹽液法

將化學鹽類溶於密閉空間內的純水，其鹽份添加之數量必須使溶液內產生結晶（Slurry），因此密閉空間內之空氣與此鹽類飽和液產生平衡。不同飽和鹽產生不同數值之相對濕度值。此方法成本低廉且作業簡易，通常爲研究人員採納以進行相對濕度計之性能校正。其特性與限制詳細討論於以下章節。

二、飽和鹽相對濕度校正法之限制

利用飽和鹽溶液進行相對濕度計之性能研究國外在近十五年來日益普遍（Favetto et al ,1983, Kitic et al, 1986, Rao et al, 1991, Stekelenburg et al , 1991, Stoloff, 1978, Troller, 1977）。國內之有關研究中，陳與曹（1990）曾利用十四種飽和鹽溶液產生之相對濕度值爲標準，以進行五種電子式濕度計之性能研究。

此方法之優點在於所需設備簡易，成本低廉，在各實驗室均可執行。而其缺點與限制列舉如下：

㈠缺乏眞正之〝標準〞，含各飽和鹽水溶液密閉空間之相對濕度值在各文獻上並不一致，由表一中所列舉資料可知相同溶液有不同之〞標準」值。

表1 不同文獻飽和鹽溶液產生之相對濕度值

Table 1. RH values of saturated salt solutions form the literatures
(Source ：Labuza et al .1976)

Salt	(1) 22C	(2) 20C	(3) 20C	(4) 25C	(5) 20C	(6) 20C
$KC_2H_3O_2$	0.230	0.23	0.200	0.225	…	0.20
MgC_{12}	0.330	0.33	0.340	0.330	0.336	0.33
$Zn(NO_3)_2$	…	0.38	0.420	…	…	0.42
$Ca(No_3)_2$	0.522	0.56	0.560	…	…	…
$Na_2Cr_2O_7$	0.582	…	0.520	0.536	0.552	0.52
$NaNo_3$	0.648	…	0.660	…	…	0.66
NaC_1	0.756	0.75	0.756	0.753	0.755	0.76
$(NH_4)_2SO_4$	0.802	0.79	0.817	…	0.806	0.81
KNO_3	…	0.94	0.942	0.925	0.932	0.94

㈡飽和鹽液形成之相對濕度值受周圍溫度所影響。

㈢飽和溶液之需要長久平衡時間：依陳氏等（1990）之研究，通常至少需要2.5小時以上之平衡時間，對 Libr 與 KOH等產生低 RH 值之飽和鹽溶液而言，其平衡時間更在6小時以上。

㈣每一飽和鹽只能產生一濕度值，爲建立不同範圍之相對濕度值需要多種飽和鹽，因此對一濕度計執行大的相對濕度範圍之校正作業，需要長久時期。

三、相對濕度計之性能研究：

相對濕度計之性能研究已有許多論文加以探討，（Favetto et al, 1983, Kitic et al, 1986, Roa et al, 1991 Stekeleng burn, 1991）。其方法主要係利用飽和鹽溶液爲相對濕度值產生裝置，以此爲標

準值與濕度計在溶液空間所讀出值建立校正曲線，而以迴歸分析技術建立直線方程式或指數函數，但是模式之符合性皆未有檢驗。

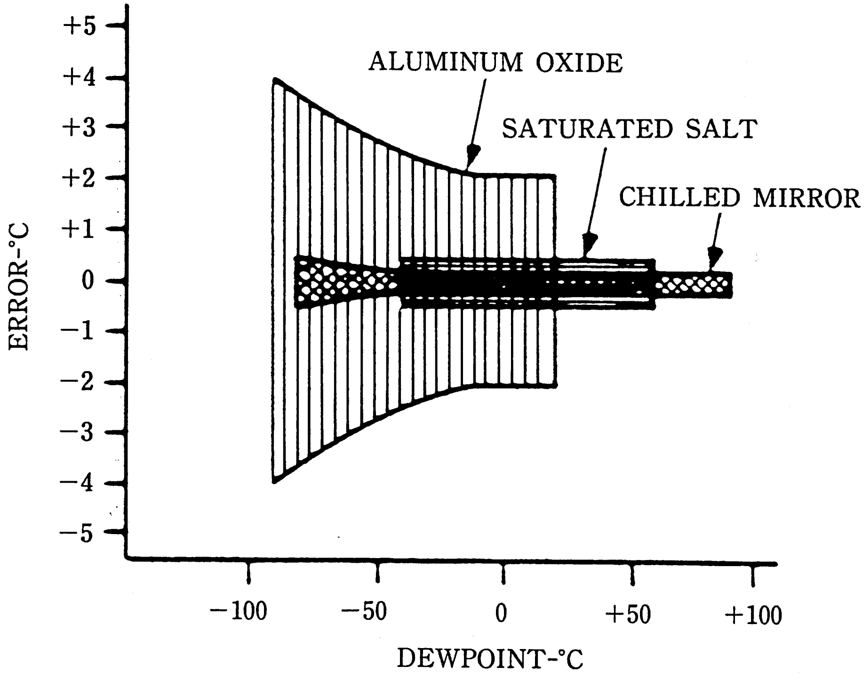
國內的有關研究中，陳氏等（1990）曾以十四種飽和鹽溶液爲相對濕度標準產生裝置進行五種電子式相對濕度計之性能研究，在作業性能方面共有四種：準確性、精密性、遲滯性與穩定性。關於校正公式建立方面，利用迴歸分析統計量 s, PRESS 與殘差圖比較各性能，對於濕度計誤差之來源，此研究中加以區分爲系統性誤差與任意性誤差，並利用校正曲線迴歸模式之檢定以消除系統性誤差，以迴歸技術所得之標準差代表任意誤差值，而此統計量用以爲濕度計性能之比較標準。

四、露點溫度量測

在有關相對濕度的量測中，除了直接量測相對濕度值之升，其他量測方式包括量測部份壓力，濕球溫度與露點溫度，其中以露點溫度的量測最爲精確（White and Ross,1983）。商品化的露點溫度量測方式中以冷卻鏡面法（Chilled Mirror method）已被確認爲根源於N B S標準。

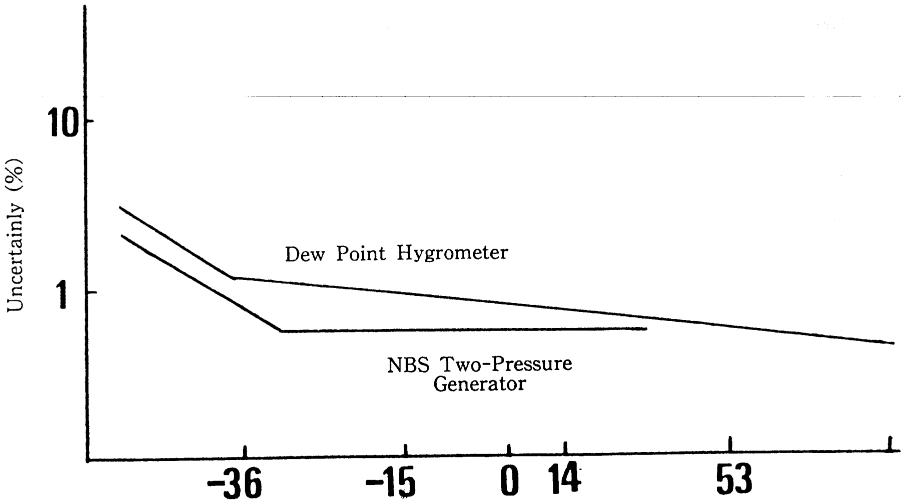
典型的冷卻鏡面露點凝結原理說明如下：有關的組件包括金屬鏡片，一具進行冷卻鏡面至露點溫度的熱邦浦與光電感測器（Phototransistor）以測定鏡面是否已結露。在量測作業中，氣體通過鏡面時，鏡面逐漸冷卻直到在鏡子表面結露爲止，鏡面結露平衡狀態由光源反射以判定，在鏡面底下埋設 RTD（PT-100型）以量測此露點溫度，氣體乾球溫度由同型溫度計加以量測。由乾球與露點溫度可計算相對濕度值。

此型露點溫度之量測範圍與準確度如圖1所示（General Eastern ,1986）。此種冷卻鏡面法之誤差最小。由雙壓力法與露點量測法之比較（圖2, Cole et al, 1970）可知，兩者準確度十分相近，由此可知利用露點溫度的量測可做爲相對濕度之參考標準值。



圖一　三種露點溫度量測設備的誤差

Fig.1. The errors of three dew−point temperature measuring devices



圖二 兩種校正方式之準確性

Fig 2. The accuracies of two calibrating devices

材料與方法

一、分流式相對濕度校正裝置之改良

商品化之分流式相對濕度校正裝置的優點在於產生不同範圍濕度值之所需時間短，而其缺點在於兩股氣流的質量比控制必須十分精確才能確實控制產生所需要的相對濕度環境，此商品之成本昂貴之原因即在於需要控制與量測氣流之精密設備。

本研究對於此分流式校正裝置加以改良，相對濕度之產生仍來源自不同質量比之兩股氣流，而相對濕度值並未利用昂貴設備依預先設定值加以控制，調整，而係以冷卻鏡面露點溫度計對所產生氣流之相對濕度加以量測以做為校正之標準值。

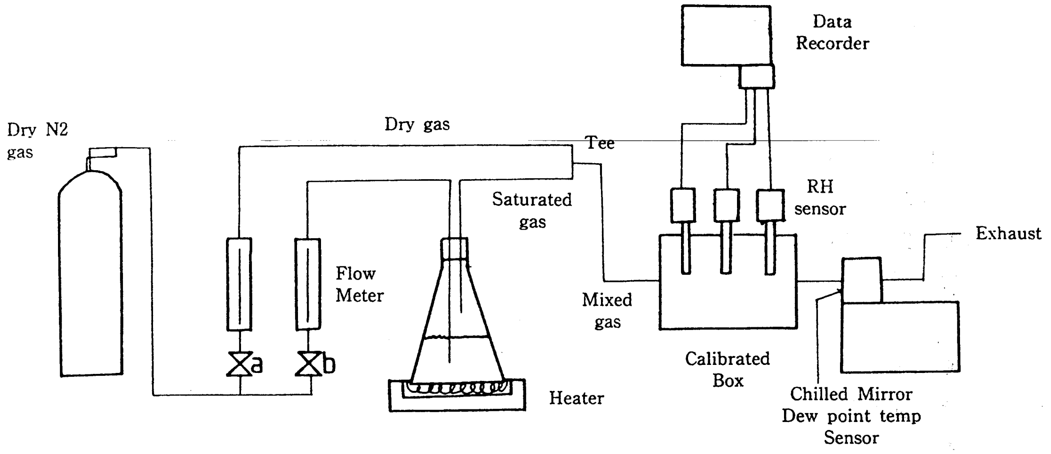
改良之相對濕度校正裝置如圖3所示。所利用之氣體為氮氣，流經A流量控制閥之空氣為絕乾狀態，流經B閥之氣體用以產生絕對飽和氣體，由A、B閥可調整兩股氣流的流量，在三向位置（Tee）混合後進入校正箱內。所需要校正之感測器放在此校正箱內進行校正，校正箱之氣體再流入露點濕度量測裝置，以量測其露點溫度與乾球溫度再計算相對濕度值，利用相對濕度計之量測值與露點溫度量測所得之相對濕度標準值，可建立感測器校正曲線。

為得到高相對濕度值（RH≧85%），在飽和槽底下裝置加熱器，以增加飽和水溫度之方式以加速得到高濕度。由於進行濕度校正時其時間極短，室溫變化不大，溫度之影響可由感測計之溫度補償加以修正。

為比較此設備之校正性能與飽和鹽溶液所得之校正性能有否顯著差異性，此研究另外使用十三種飽和鹽加以比較，其種類與標準值如同陳氏等（1990）研究。

二、露點溫度量測設備

此研究所使用之露點溫度量測設備為 EG & G 公司，Model 911 Dew－all Digital Humidity Analyzer, 其主要規格說明如下：



圖三 相對濕度計校正裝置

Fig. 3. Calibration device for RH sensor

(一)量測範圍：－40～60°C。

(二)露點溫度感測器：3-Wire RTD (PT-100) 元件。

(三)乾球溫度感測器：3-Wire RTD (PT-100) 元件。

(四)準確度：±0.25～0.3°C或±0.3～0.5% RH

三、電子式相對濕度計

此研究所用之濕度計依其原理有兩類，來自三種廠牌。

(一)電容式濕度計

此型感測器之與電阻式感測器基本原理在陳氏等研究 (1990) 已有討論，所評估之濕度計有兩種，其廠商規格如下：

A. Rotronic Hygromer Transmitter (I－100)

感應元件：Rotronic C－83－N。

量測範圍：0～100% RH。

準 確 度：±1.5%。

遲 滯 性：1.0% RH之內。

反應時間：10秒之內。

溫度係數：±0.05% RH/°C。

B. Rotronic Bygromer GT-P Sensors

感應元件：Rotronic C80。

量測範圍：5～100% RH。

準 確 度：±2%。

遲 滯 性：1.0% RH之內。

反應時間：10秒之內。

溫度係數：±0.05% RH/°C。

(二)電阻式相對濕度計

此型濕度計之感測元件是利用高分子簿膜，共有兩種廠牌，廠商規格如下：

A. Shinyei Kaisha 公司 THT-S型。

感應元件：Macro－Minute humidity sensor。

量測範圍：20～95% RH。

準 確 度：±3%。

B. 三淵公司：INS MODEL 800型。

感應元件：高分子感測子。

量測範圍：0～100% RH。

準 確 度：±3% RH (20～90% RH 範圍)。

反應時間：30sec。

四、濕度計之校正與性能評估：

此研究內容有兩項：

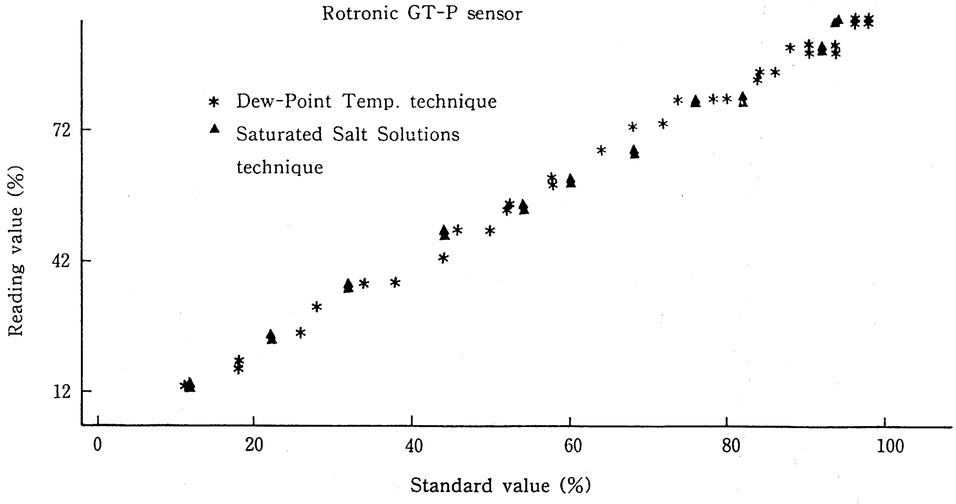
(一)以一具 Rotronic GT－P Sensor 與兩具 Rotronic I－100型感測器分別建立以飽和鹽產生空間爲標準值之校正曲線與以此研究所改良分流式校正裝置所得之校正曲線，以統計檢定（F－統計量）方式比較兩種校正曲線是否有顯著差異性。

(二)比較電容式與電阻式感測器之性能特性。

結果與討論

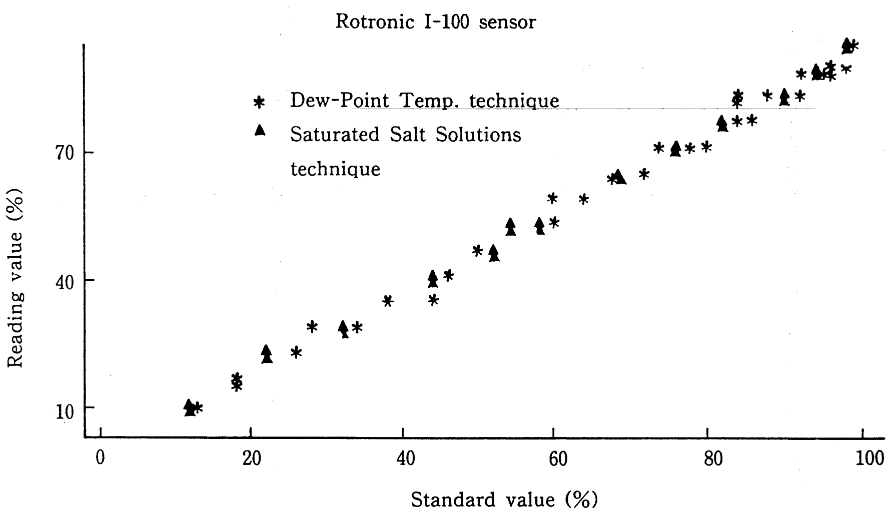
一、校正方法之比較

利用兩種校正方法所得結果之比較如圖4a－4b 所示。由圖可知對兩型電容式濕度計而言，以兩種校正標準所建立之校正曲線分佈幾幾乎近似，以統計技術 F 檢定，兩種曲線並無顯著差異。



圖四a Rotronic GT－P 型感測器對兩種校正設備之性能曲線

Fig. 4a. The performance curves derived from two calibration devives for Rotronic GT－P sensors



圖四b Rotronic I－100 型感測器對兩種校正設備之性能曲線

Fig. 4b. The performance curves derived from two calibration devives for Rotronic I－100 sensors

由已知之研究，此型校正曲線之最佳模式爲二次多項式，以標準差（S. E., Standard Error）爲性能準確度比較標準，由表二中四種比較結果可知利用此研究之分流式校正裝置建立之校正曲線其性能均優異於飽和鹽液法得到的校正曲線，利用十三種飽和鹽溶液爲基準之校正期間共需約一周，而以分流式設備可在兩小時內得到全範圍，大量且準確之數據，以建立完整之校正曲線。由此可知此研究所開發利用之分流式校正裝置有其實用價值。

表2 兩種校正方式對濕度計行性能曲線的影響

Table 2. The effect on the performance of RH sensors for two calibration techniques.

S.e.value	Rotronic I－100					
	a		b		Rotronic GT－P	
Model	linear	curve	linear	curve	linear	curve
saturated salt solutions	0.90	0.81	1.24	1.10	0.86	0.83
Dew－Point Temperature Device	0.64	0.44	0.58	0.45	0.87	0.81

二、兩型電子式濕度計之性能

(一)電容式相對濕度計

典型之電容式相對濕度計其性能曲線如圖5所示。對 Rotonic GT－P Sensor 而言，二次式多項式爲最佳校正模式，相關之統計分析結果如下：

y 爲標準值，x 爲儀器讀出值

A. 所有數（6%≦x≦98%）

$y=-0.43+1.098x$　$S=1.80$，$R^2=0.9968$

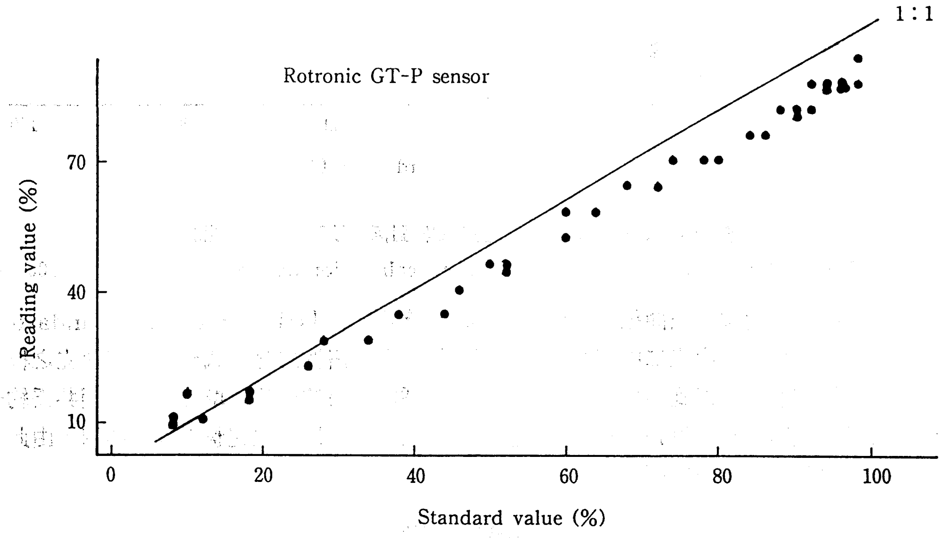
$y=-3.973+1.2993x-1.972\times10^{-3}\cdot x^2$，$S=1.4$，$R^2=0.9982$

B. 不包括10% RH 以下數據

$y=2.30+1.067x$，$S=0.99$　$R^2=0.998$

$y=-1.282+1.205x-1.231\times10^{-3}\cdot x^2$，$S=0.9$，$R^2=0.9988$

$y=1.2238*Exp(0.9742x)$，$S=1.24$ $R^2=0.9978$



圖五 Rotronic GT－P 型濕度計性能曲線

Fig. 5. The performance curve of Rotronic GT－P sensor

對上述迴歸結果進行殘差圖分析可知，僅二次式多項式爲最佳模式，直線模式與指數模式雖然有極高 R值，但其殘差圖有顯著地曲線分佈，表示此指數模式的不適切性(inadequate)。

其他兩具 Rotronic I-100感測器之校正曲線統計分析結果與 GT－P 感測器完全相同，僅有二次式方程式爲最佳模式。

㈡電阻式濕度計

此研究中所用電阻式濕度計其感測元件均爲高分子薄膜，其性能曲線特性討論如下：

A. Shinyei Kaisha THT－S 型

此型感測器其典型性能曲線如圖6所示。在相對濕度環境於15%以下時，感測器之反應成水平無變化，可知其適用範圍爲15% RH 之上。對所有數據進行迴歸分析時，

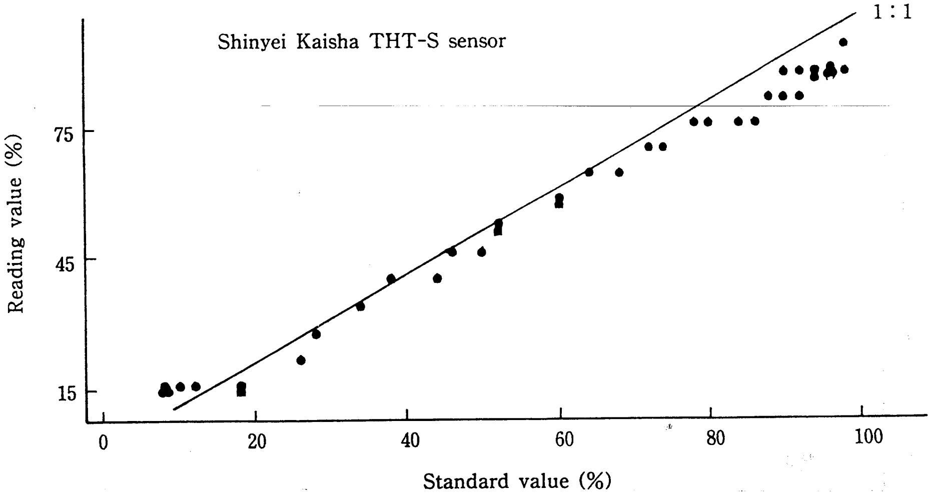
$y=-5.49+1.154X$，$S=2.42$，$R^2=0.994$

可知其準確性不良，誤差爲2.42%，對於15% RH 以上範圍之性能曲線其統計分析如下：

a. $y=-2.15+1.113X$，$S=0.97$，$R^2=0.998$

b. $y=-0.87+1.056X+5.03\times10^{-4}x^2$，$S=0.96$，$R^2=0.999$

c. $y=0.8786*Exp(1.0477X)$，$S=1.12$ $R^2=0.996$



圖六 THE－S 型濕度計性能曲線

Fig. 6. The performance curve of THT－S sensor

由統計檢定得知，指數模式之殘差圖有明顯之曲線分佈，代表不適合此校正曲線。線性與二項次模式均有均勻分佈之殘差圖，而二項次模式並未優於直線模式，因此直線模式為最佳模式；另一具同型式濕度計其校正曲線分析結果完全相同，以 S 值為性能曲線之準確性比較標準時，兩具 THT－S 之 S 值各為0.97與0.91，與表二之電容式濕度計性能比較，三具電容式 Rotronic 濕度計以分流式校正設備建立校正曲線之準確性較電阻式好，但其購置成本相對提高。

B. INS Model 800型

此型濕度計之校正曲線如圖七所示。在相對濕度低於15%與高於95%時，其反應值並無變化，成水平分佈。以大於15%之數據範圍有關之統計分析如下：

a. $y=2.5+0.9855X$，$S=1.49$，$R^2=0.997$

b. $y=4.59+0.889X+8.41\times10^{-4}x\cdot X^2$，$S=1.43$，$R^2=0.9974$

c. $y=1.59*\text{Exp}(0.8966X)$，$S=1.85$，$R^2=0.9941$

在統計檢定中，指數函數之殘差圖顯示此模式並不適用。適用之直線模式與二次式模式兩者比較顯示，後者並未優於前者，直線模式為最佳校正模式。

結　論

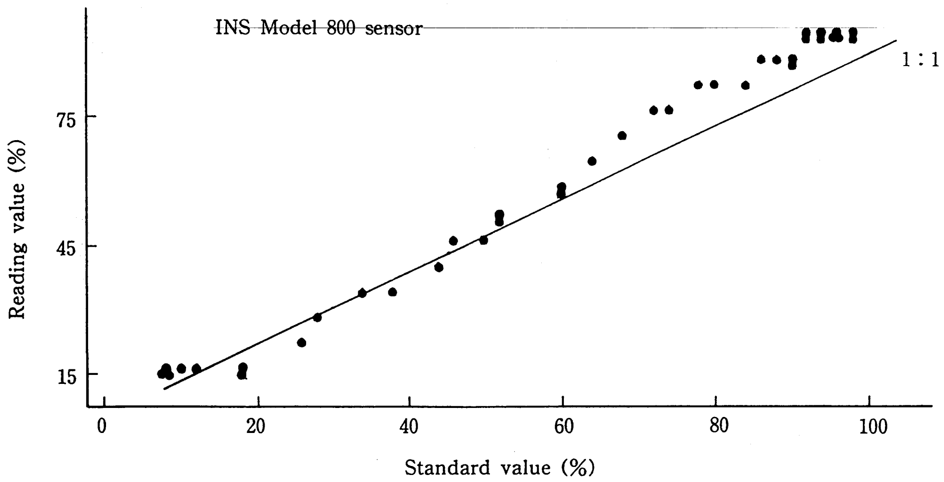
依上述研究結果所得結論如下：

一、此研究中所改良之分流式相對濕度校正裝置以冷卻鏡面露點溫度為標準值，可於短時間內完成相對濕度計性能曲線之建立作業。操作簡易，成本低廉為其特點。

二、利用此方式建立之濕度計性能曲線與飽和鹽液法所得之性能曲線並無統計上之顯著差異，然而其校正曲線之準確性較為良好。

三、電容式濕度計之適用範圍為10% RH 以上，其校正曲線最佳模式為二次多項式。

四、高分子薄膜電阻式濕度計之適用範圍為大於15% RH 之環境，其校正曲線最佳公式為直線式。



圖七 INS－800 型濕度計性能曲線

Fig. 7. The performance curve of INS－800 sensor

參考文獻

1. 詹國鴻，1989，濕度感測器的選用與校正，量測資訊6期元月號：48-49。
2. 陳加忠，曹之祖，1990，電子相對濕度計之性能評估，農業工程學報 36(4)：79-96。
3. Cole, K. M. and J. A. Reger. 1970, Humidity calibration techniques, Instrumenta and control systems. Jan：77-82.
4. Favetto, G., S. Resnik, J. Chirife and C. F. Fontan. 1983. Statistical evaluation of water activity measurements obtained with the Vaisala humicap humidity meter. J. of Food Science, 48：534-538.
5. General Eastern. 1986. Humidity instrumentation. General Easten Insruments Cor.
6. Kitic, D. G., J. Favetto, J. Chirife and S. L. Resnik. 1986. Measuremnt of water activity in the intermediate moisture range with the Novasina thermo－constanter humidity menter. Lebens－Wiss. Tech. 19：297-310.
7. Labuza, T. P., K. Acot, S. R. Tatini and R. Y. Lee, 1976, Water activity determination:a collaborative study of different methods J. of Food Science 41：910-917.
8. Lapinski, M., K. Kostyrko and W. Wlodarski. 1976. Modern methods for the control and measurement of humidity and moisture. U.S. National Technical Information Service. USA.
9. Roa, Valentin and Maria S. T. de Daza, 1991, Evaluation of water activity measurements with a dew point electronic humidity meter. Lebensm.－Wiss. Technol. 24：208-213.
10. Saugy, Israel and B. Drew, 1987. Statistical calibration of instruments using water activity determination as an example. J. of Food Science. 52：767-771.
11. Stekelengburg, F. K. and H. Labots, 1991, Measurement of water activity with an electric hygrometer. Inter. J. of Food Science and Technology. 26：111-116.

12.Stoloff, L. 1978, Calibration of water activity measuring instruments and devices: Collaborative study. J. Assoc. Off. Analysis Chemistry. 61 : 1166-1178.

13.Troller, J. A. 1977. Statistical analysis of Aw measurements obtained with the Sina scope. J. of Food Science, 42 : 86-90.

14.White, G. M. and I. J. Ross, 1983, Humidity. In: Instrumention and measurement for environmental sciences. Mitchell (eds) , Chap. 8. ASAE, St Joseph, MI.

Development and Test of a Standard Calibration Device for Relative Humidity Sensors

C.C. Chen and C.T. Tsao

Summary

In this study, a calibration device was developed to conduct the calibration work for electric relative humidity sensors. Two nitrogen gas streams, one is pure dried and another is saturated with water, are mixed to obtain the full range of RH values in the device for calibration. The results were compared with the dew-point temperature sensing by chilled mirror that was traced to the NBS served as the standard. Comparing the eperiments results with the calibration curves that estabilished by thirteen saturated salt solutions, a better accuracy was found. This device has provided a simple and rapid technique to do the calibration work for RH sensors.

Key words: Calibration device, Dew point sensor, RH sensor

1. Contribution No. 1645 from Taiwan Agricultural Reasearch Institute.
2. Associate Researcher, Junior Specialist, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 413, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）41(4)：382～404（1992）

遮蔭裝置對溫室微氣候影響之研究

陳加忠　陳志昇

摘要：此研究之目的在於探討遮蔭設備對溫室溫度的影響與發展一套模式以描述此環控設備的影響量。在各種相關環控作業下，詳細收集兩型塑膠布溫室的微氣候數據，並進行模式驗證。模式的預測準確性在2°C之內。密閉溫室中裝設內遮蔭設備對熱累積之改良並無效果。在相同大氣環境與溫室設備下，外遮蔭之降溫能力優於內遮蔭設備。有關於遮蔭網之各項物理性質需要加以建立。

關鍵詞：遮蔭設備，溫室微氣候，環境模式

為穩定作物生長，避免外界不良天候的影響，溫室的利用已日益普遍，但是由於本省位處亞熱帶與熱帶氣候區，充沛的陽光帶來強烈之日射能量，使密閉性溫室之溫室效應十分顯著。對本省溫室之利用型態而言，其主要目的在於適當的利用太陽光，以設施結構以避免午後雷雨，颱風暴雨，梅雨與多塞之塞害，而在此種溫室利用型態中，必須避免因溫度熱累積造成植物的枯萎日燒現象，因此遮蔭設備之利用成為本省溫室慣用的環控設備。

國內的溫室遮蔭裝置主要有兩型，第一型係裝置於屋頂上平行之遮蔭設備（外遮蔭），依其與溫室屋頂的相對角度又可分成與屋頂平行式和與溫室地面平行式。至於外遮蔭網與屋頂之最適距離，至今尚未有詳細之研究，另一型係將遮蔭網裝置於溫室之內部（內遮蔭）。內外遮蔭與其遮蔭網與其遮蔭率對於溫用內部環境之影響尚未有詳細之研究資料以提供國內溫室建築與使用者參考：

國內對遮蔭設備與溫室溫度化之研究中，邱與吳氏（1988）曾對具有50%外遮蔭網之蝴蝶蘭栽培用。山型玻璃溫室與另一間無遮蔭栽培萵苣之玻璃溫室進行試驗，發現以50%遮蔭網之溫室，其溫室低於無遮蔭網之溫室0.5至1.5°C。由於兩溫室之形狀大小，建構材料與栽植之作物面積，種類均不相同，此研究比較之結果無法顯現正確的比較基礎。

利用數學模式之建立可以瞭解溫室外界之大氣條件與溫室設施各結構參數對溫室內部微氣候之影響。有關溫室模式建立與驗證之評論（Review）在陳氏（1992a）之研究中已有詳細之探討，在對只具有外遮蔭裝置之溫室其微氣候環境之影響研究方面，陳氏等（1992b）已建立模式並加以驗證以做為溫室興建評估之用，其溫室與溼度之預測誤差值約為2°C與5%。但是針對對遮蔭裝置之影響至今未有研究資料可供參考。

此研究之目的在於以兩型具有內外遮蔭設備之溫室，進行遮蔭裝置與其他環控設備對於溫室內微氣候影響之作業研究，並推展已建立之溫室模式（陳等，1991a，1992b）成為包含內外遮蔭影響因子之新模式，以實際量測值驗證此模式之符合性，並依此模式進行敏感性分析，以為國內溫與興建與利用之參考，雖然此研究之對象以國內慣用之塑膠布溫室為主，但可應用於玻璃溫室。

含遮蔭效應之環境模式

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1646 號
2. 本所農工系副研究員，助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

此模式之推衍以溫度爲主，溼度物性在溫室內溫度預測値合乎準確性要求時，即可依質傳原理而加以建立，因此不在此研究範圍。模式中與時間相關之能量爲地面傳熱。因爲國內氣候因子之不穩定性（陳等，1922b）以氣象公式直接計算氣象因子，並不符合實際狀況，模式參數之氣象條件如日照強度，溫室與溼度爲現地量測値，而非計算値。

模式之建立係以內遮蔭效應爲主。依內遮蔭之位置將溫室分隔成兩熱場。其推衍過程以熱能平衡爲主。合理假設條件依前述研究說明如下（陳等，1992a，1992b）

1. 溫室分隔之熱場無梯度現象。
2. 熱輻射係數爲定値，不因波長或日照強度等因子而改變。
3. 熱傳導，對流等係數爲常數，不因溫度改變。
4. 溫室之空氣，材料，植物等熱場爲穩定狀況（Steady-state）。
5. 土壤熱傳與時間相關，傳遞爲垂直向。

溫室中間之內遮蔭網其物性假設條件如下：

1. 遮蔭網之日照能僅考慮其穿透性，遮蔭網對日照能之能量吸收可以忽略。
2. 因自然通風或機械通風產生之上下層空氣對流，其因內遮蔭網使通風量降低之比例爲常數。

含內遮蔭網的溫室熱傳系統如圖一所示 。 以熱能平衡原理推衍之溫室上下層熱平衡公式說明如下：

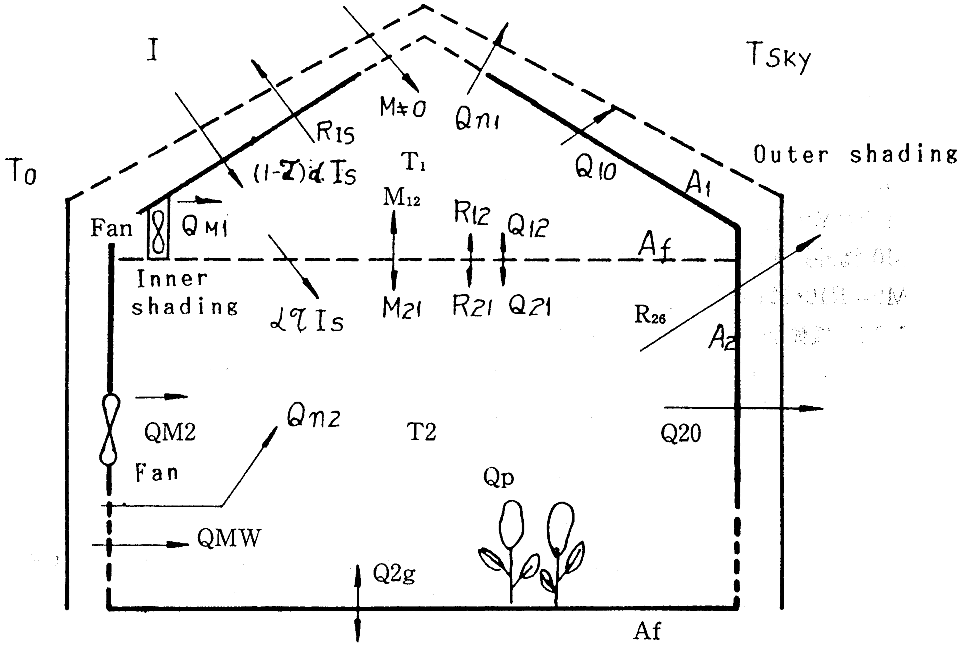


圖1. 含內遮蔭之溫室環境熱系統

Fig. 1. Thermal system of greenhouse with inner shading

一、溫室上層熱系統

此系統以註標(1)代表（如溫度爲T1），其熱能平衡如下：

(一)進入之能量有一項：

1. Qs1：因太陽日射能量所得熱能

$Qs1=(1-\tau i)\cdot\alpha\cdot Is$ ……(1)

Is：太陽能透過外遮蔭網之能量，Is等於τ。與 Io之乘積，

τo：爲外遮蔭網能量透過率，Io爲太陽輻射能（w/m²）。

溫室覆蓋材料之穿透率。

τi：內遮蔭網日射能穿透率。

㈡逸出之能量共八項：

1. Q10：因傳導與對流作用出外界之能量

$Q10=A1\cdot Uk1\cdot(T1-T0)$ ……(2)

A1爲上層溫室表面積（m²），Uk1爲溫室上層覆蓋材料熱傳係數（w/m²），T1 與 T0 各爲溫室上層溫度與外界溫度（°C）。

2. Q12：因對流與傳導作用流至底層之熱能

$Q12=Af\cdot U12\cdot(T1-T2)$ ……(3)

Af 爲遮蔭網面積，通常等於溫室地面面積

U12 爲遮蔭網熱傳係數（w/m²·k），T2 爲底層溫度（°C）。

3. QM1：因機械通風引起之熱能交換

$QM1=M1\cdot Cp\cdot(T1-T0)$ ……(4)

M1 爲機械通風時單位時間內流入溫室之空氣體積（m³/min），通常以溫室體積每分鐘交換率加以表示。Cp 爲空氣比熱值。

4. Qn1：因自然通風引起之熱能交換

$Qn1=Mn1\cdot Cp\cdot(T1-T2)$ ……(5)

Mnl 爲自然通風時底部流入之風量（m³/min）

5. M10：機構通風時，由太子樓頂或天窗開啓處流入之通風量熱能。

$M10=M0\cdot Cp\cdot(T1-T0)$ ……(6)

M0 爲外界流入空氣量（m³/min）通常 M0 之計算爲

$M0=R10\cdot M1$，R10 爲比例常數

6. M12：機械通風時因風壓作用自底部吸入之能量

$M12=M12\cdot Cp\cdot(T1-T2)$ ……(7)

M12 爲流入空氣量（m³/min），$M12=R12\cdot M1$，

R12 爲比例常數。

7. R1s：因長波熱輻射向天空逸出之輻射能

$R1s=\epsilon 1\cdot F1s\cdot\sigma\cdot Af\cdot(T^4 1k-T^4 s)$ ……(8)

ε1爲溫室上層覆蓋材料長波熱傳率（Thermal Transmittance），F1s 爲溫室上層對天空的形狀係數（Shape Factors），σ爲波茲曼常數， T1k 與 Ts 爲上層溫度與天空溫度，單位爲°K。

8. R12：溫室上層對下層之長波熱輻射

$R12=\epsilon s\cdot F12\cdot\sigma\cdot Af\cdot(T^4 1k-T^4 2k)$ ……(9)

εs 爲遮蔭網長波熱傳率，F12 爲上層溫室對下層溫室之形係數。

依能量平衡原理，熱場系統流入總能量等於流出總能量，因此對溫室上層系統而言。

$Qs1=Q10+Q12+QM1+Qn1+M10+M12+R12+R12$ ……(10)

二、溫室下層熱系統

此系統以註標(2)代表，以下各公式之參數其意義可參考公式（1～9）

(一)進入此系統之能量共一項

1. Qs2：太陽日射能透過內遮蔭網至地面之能量

$Qs2=\tau i\cdot\alpha\cdot Is$ ……(11)

(二)流出此系統之能量共十項

1. Q20：因熱傳導與對流逸出外界之能量

$Q20 : A2\cdot Uk2\cdot(T2-T0)$ ……(12)

2. Q21：因熱傳遞使熱能傳送至上層

$Q21=Af\cdot U12\cdot(T2-T1)$ ……(13)

3. QM2：因機械通風引起之熱能交換

$QM2=M2\cdot(T2-Te)$ ……(14)

M2 為機械通風外界流入底層之風量，Te 為有效冷風溫度，在無水牆，噴霧設備時 Te=Td。

4. Qn2：自然通風引起之熱能交換

$Qn2=Mn2\cdot Cp\cdot(T2-T0)$ ……(15)

5. M21：機械通風時因風壓作用自上層吸入之熱量。

$M21=M21\cdot Cp\cdot(T1-T2)$ ……(16)

M21 為上層吸入之風量（m^3/min）

6. Mw2：因外界風力對自然通風效應引起之熱能交換。

$Mw2=Rw\cdot V\cdot Aw\cdot Cp\cdot(T2-T0)$ ……(17)

Rw 為風力係數，V 為風速（m/min），Aw 為底部開口面積。

7. R2s：底層對天空之長波熱輻射

$R2s=\epsilon 2\cdot F_{2-s}\cdot\sigma\cdot Af\cdot(T^4 2k-T^4 sk)$ ……(18)

$\epsilon 2$為底層材料的長波熱傳率，F2s 為底層對天空的形狀係數。

8. R21：溫室底層對上層之長波熱輻射

$R21=\epsilon s\cdot F21\cdot\sigma\cdot Af\cdot(T^4 2k-T^4 1k)$ ……(19)

9. Qg：底層對地面之熱能交換

$Qg=Af\cdot GE$ ……(20)

GE 為地面熱傳常數（w/m^2），GE 值與日照量之關係已有詳細討論（陳等，1992a, 1992b）。

10. Qp：下層溫室植物之熱能交換

$Qp=0.5\cdot PF\cdot Qs2$ ……(21)

PF：植物所占溫室地面面積。

依能量平衡原理，溫室下層系統之熱平衡：

$Qs2=Q20+Q21+Qn2+Qn2+M21+Mw2+R2s+R21+R2s+R12$ ……(22)

由公式(10)與公式(22)兩方程式可知此為兩方程式而解二未知數（T1，T2）之計算方式。

三、自然通風之風量計算

自然通風效應包括溫室內外溫差效應與風力效應，兩者效應皆存在時，溫差效應之風量$\dot{M}n$ 與風力效應風量 $\dot{M}w$ 之綜合效應 Mp 可計算如下：

$\dot{M}p=(\dot{M}^2n+\dot{M}^2w)^{0.5}$ ……(23)

溫差效應之風量計算需考慮溫室自身條件：長度，屋頂開口寬度，側面開口高度…等），更涉及溫室內外溫度差，然而為溫室內部溫度本身為未知數，因此在陳氏之研究（1992a）以迭替法（Iter-

ative technique）求解。

此研究中，溫室內部溫度之計算包括上下層兩種溫度，爲簡化計算程序假定條件如下：

1. 因自然通風效應引起之風量，自外界流入底層之風量（Mn2）與自底層流入上層之風量（Mn1）兩者相等。
2. 計算通風量時，溫室內部的平均溫度（Tave）與外界溫度（T0）之差異值用以計算通風量，Tave 值之計算式爲：

$$Tave=\frac{M1 \cdot T1+M2 \cdot T2}{M1+M2} \quad \cdots\cdots (24)$$

M1 與 M2 爲溫室上下層之空氣質量，因 T1， T2 之差異有限，可假設其空氣密度相等，由公式(24)可改爲：

$$Tave=\frac{V1 \cdot T1+V2 \cdot T2}{V1+V2} \quad \cdots\cdots (25)$$

V1 與 V2 爲溫室上下層體積。

3. 由溫室結構條件可計算中立面高度 $\bar{h}$ 值，再由外界溫度 To 與 Tave 之差值計算有效通風量，此計算步驟詳見陳氏等研究（1992a）。
4. 在有用遮蔭網時，假設遮蔭網對空氣流通之影響爲比例常數值 RT，計算所得風量爲 $\dot{M}n$，則實際自然通風量，$\dot{M}n1=\dot{M}n2=RT \cdot \dot{M}n \quad \cdots\cdots (26)$

四、長波熱輻射之形狀係數

長波熱輻射之能量計算中形狀係數十分重要。含內遮蔭網之溫室形狀係數示意圖如圖二。

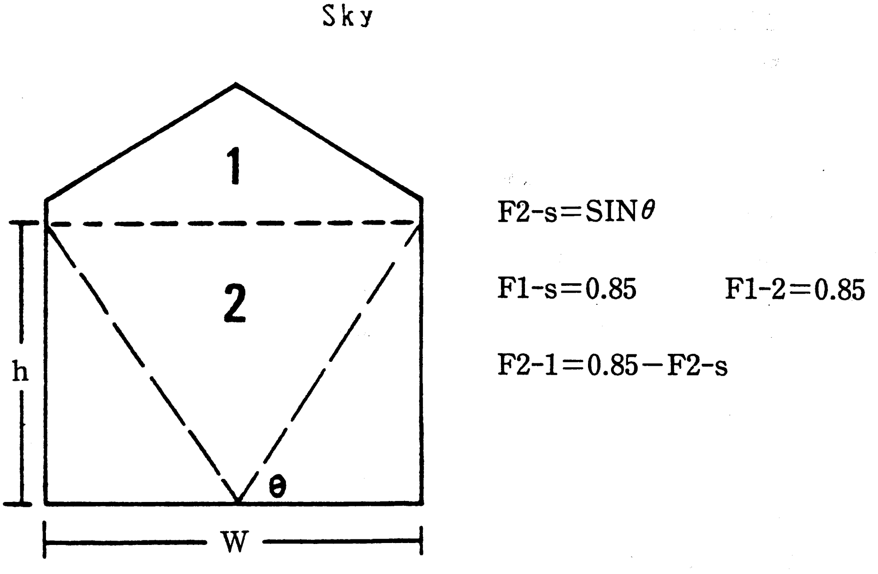


圖2. 溫室具內遮蔭設備之形狀係數

Fig. 2. The shape factors for greenhouse with inner shading

由 Walker 等人研究（1983）可知：

F1-s=0.85

F1-2=0.15

F2-s 值可由下列公式加以計算（Oliveira and Esmay, 1981）

$F2\text{-}s = Si\ N\theta$ ……(27)

$\theta = \tan^{-1}\frac{2h1}{W}$ ……(28)

h1 爲內遮蔭網高度，W 爲溫室寬度。

$F_{2-1} = 0.85 = F_{2-2}$ ……(29)

五、天空溫度（Ts）

長波熱輻射中天空溫度 Ts 與大氣溫度 Td 不同，其計算公式爲

(Walker et al. 1983)

$Tsk = 0.914 \cdot Tdk$ ……(30)

六、環境模式之解析

爲預測內遮蔭設備對溫室內上下層溫度之影響，利用公式(10)與(22)求算 T1 與 T2 值，因此計算方式涉及 Ti 乘冪項次與迭替法，故以 BASIC 語言撰寫程式軟體「TARI2」，以交談式運作方式輸入溫室各參數值，並以三副程式輔助此運算，主要之副程式依其內容介紹如下：

(一)Tw Subroutine

自大氣乾球溫度與相對濕度值計算濕球溫度值，並用以計算有效冷卻溫度 Te 值。

(二)h Subroution

用以決定自然通風時，其中立平面高度 $\bar{h}$ 值，此數值被用以計算自然通風之有效通風量。

(三) Ti Subroutine

用以程式之運算可分爲四種：一. 溫室效應，無通風狀態；2. 自然通風；3. 機械通風，無冷卻設備；4. 機械通風，有冷卻設備，其運算流程圖如圖三。

模式執行時，首先輸入溫室自身參數值與大氣參數值，再判定作業狀況後，分別執行運算，以無通風狀態之溫室效應爲例：在程式中已預設 T1′=50°C，T2′=20°C。

(1)首先以公式(10)與T2′=20°C之數值依副程式 Ti Subroutine 中數值分析Bi-Section 法求得 T1 值。

(2)再以新的 T1 值與公式(22)求算 T2 值。

(3)比較（T1−T1′）與（T2−T2′）絕對值是否皆小於0.1成收歛性。

(4)若未收歛則更新 T1′，T2′ 值重新執行至收歛。在實際運作時，通常3～4次即可滿足收歛要求。

在自然通風作業時，(1)首先預設之 T1′，T2′ 值計算Tave 與 DT 值，(2)由 DT 值求算自然通風量 Mn 值，(3)以 T2′，公式(10)求得T1 值，(4)以 T1 值，公式(22)求 T2 值，(5)判斷收歛性，未收歛時重新執行步驟(1)計算 Tave，DT 值至收歛爲止。

材料與方法

一、驗證用溫室

此研究用以關察驗證遮蔭對溫室模式之影響所用溫室有兩型，其結構示意圖如圖四。

1. 山型溫室（Geble-roof Grenhouse）

此型溫室覆蓋材料爲 PVC，具有兩側捲起裝置，周壁不具遮蟲紗網。屋頂爲太子樓頂，可執行自然通風。機械通風作業設備具有大小風扇設備。

內外遮蔭各爲50％遮蔭率之遮蔭網，外遮蔭網與屋頂平行，太子樓頂亦有遮蔭網以求遮蔭網一致。地面除盆栽植物外鋪設碎石，植物面積佔地面面積約40％。

2. 圓弧屋頂型溫室（Semi-circular roof Plastic Greenhouse）

此型溫室亦爲 PVC 溫室，具有手動之兩側捲起裝置，周壁裝設紗網，屋頂爲圓弧密閉式。在機械通風方面乃以小風扇運作。內外遮蔭利用50%遮蔭率之遮蔭網，外遮蔭網與地面平行，內遮蔭網離地面約2.35m。

有噴霧裝置於內遮蔭網下方。植物爲觀賞作物，以盆栽置於植床之上栽植面積佔地面面積約66%。

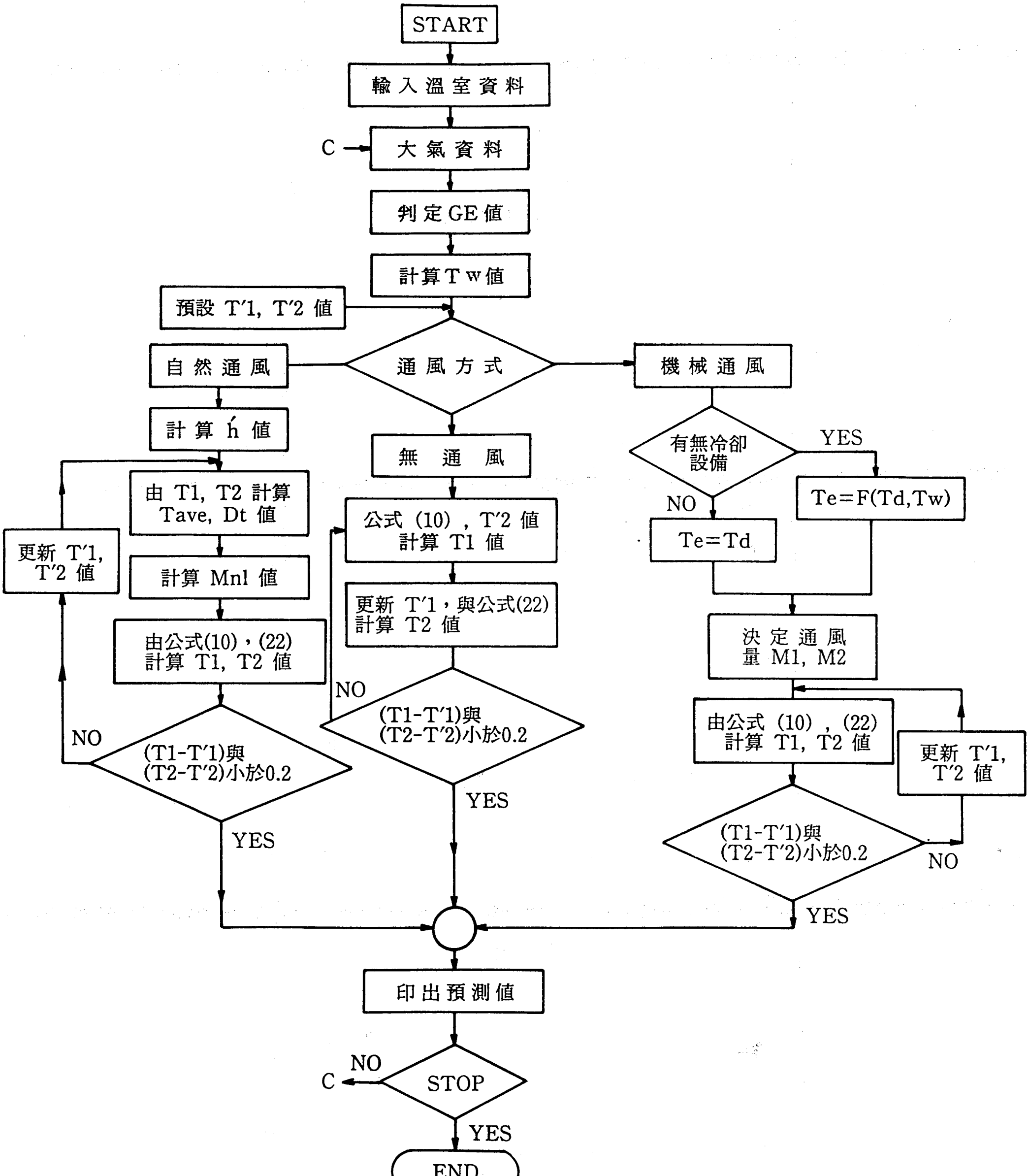


圖 3. TARI2 程式計算流程圖

Fig. 3 Flow charts of TARI2 program

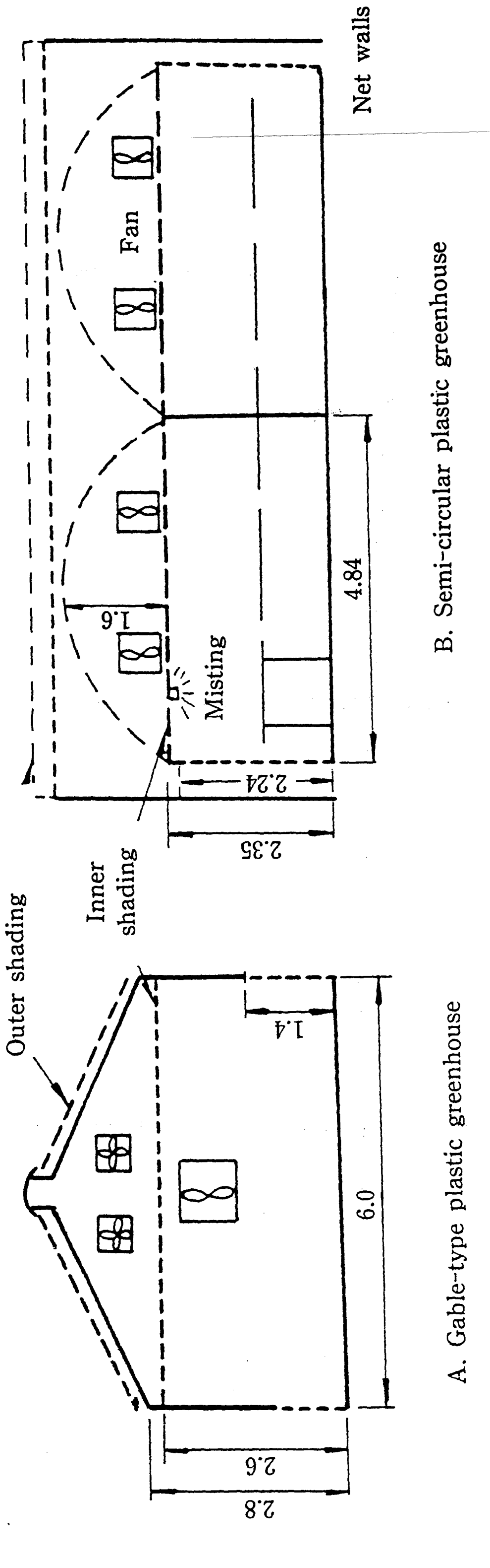


圖 4．兩型溫室示意圖
Fig. 4 Diagram of two types greenhouse

二、微氣候量測設備

此研究中量測之氣候因子包括大氣日射能，溫度與相對濕度，溫室上，下層溫度，濕度與溫室內部日射能量。量測所用儀器中溫度與濕度之量測感測器與記錄器與陳氏等研究（1992b）相同，日照能量之量測則利用國產 INS-TARI 型日照計，其性能與校正方式已有討論（陳，1992）。溫濕度感測器其放置位置位於溫室中間高約1.3m。

三、參數數值之選擇

此研究中環境模式之各參數值其選擇除參考文獻所列數值，並配合現地校正方法(陳等，1992b)。

四、模式驗證

模式合理性的驗證有兩項：證實性（Verification）與有效性（Validation）。前者主要爲定性的概念，代表模式之預測結果合乎學理之邏輯，後者指量化的數據必須包括不同時間，不同地區之預測比較，以避免模式的建立僅爲數組數據之自我歸納分析結果，因此此研究將參數校正用數據證用數據與數據彼此獨立，其驗證方式已在已知文獻上有詳細介紹（陳等，1992 b）。

結果與討論

一、參數選擇值

兩型溫室之模式參數值加表一所示。

表1. 溫室環境模式之參數值

Table 1. Constant Parameters for greenhouse envitonment model

符號	說明	山型溫室	圓弧型溫室	單位
A1	溫室上層面積	94.2	117.1	m^2
A2	溫室下層面積	93.6	111.2	m^2
AF	溫室底面積	72.0	146.7	m^2
V1	上層體積	61.2	170.0	m^3
V2	下層體積	187.2	328.5	m^3
Do	兩側開啓高度	1.3	2.4	m
W	溫室全寬	6.0	9.7	m
L	溫室全長	12.0	15.2	m
UK_1	上層覆蓋物熱傳係數	6.1	6.8	$W/m^2 \cdot C$
UK_2	下層覆蓋物熱傳係數	6.3	30（紗網）	$W/m^2 \cdot C$
GE_1	溫度底層對土壤放熱流量	25	10	W/m^2
GE_2	溫度底層對土壤吸熱流量	−10	−5	W/m^2
α	覆蓋物日照能穿透率	0.42	0.45	
τi	內遮陰網穿透率	0.5	0.5	
PF	植物占溫室面積比率	0.4	0.66	
U12	內遮陰網熱傳係數	0.2	0.2	W/m^2
RT	內遮陰網通過氣流之比率	0.4	0.66	
R10	空氣流入上層之比例值	0.1	0.2	
R12	空氣於上下層之交換比例值	0.1	0.5	
F1S	上層對天空狀係數	0.85	0.85	
F12	上層對下層狀係數	0.15	0.15	
F2S	下層對天空狀係數	0.39	0.47	
F21	下層對上層空狀係數	0.32	0.38	

二、遮蔭之環控效果與模式預測能力。

(一)山型溫室

此種山型溫室之特色爲其開放型，除了具有太子樓頂之開口以爲自然通風之通風口，在兩側塑膠布完全放下後，其結構設計使其塑膠布並未貼緊地面，仍保留7cm之空隙，使溫室內部得以產生溫度之自然通風效應。在兩側完全上揚時，兩側捲起有效高度爲1.3m，使得自然通風之有效風量更爲增加。超過1.3公尺之揚起高度並不能顯著增加通風量，兩側高度與溫室內外溫度差所產生通風量其計算公式於陳氏等人（1992）已有研究。

不同環控設備之作業效果與預測模式之比較如圖5a—5d，在日照能增加時 GE 值爲25W/

m² 日照能減少時，GE 值為－15w/m²。

圖5a 表示兩側塑膠布放下（離地約0.07m），有外遮蔭時，溫室上下層之溫度分佈狀況，大氣溫度與日照能量對溫室內溫度的影響由圖可知，底層的溫度約高於大氣溫度3°C，上層溫度約高於大氣溫度6～7°C。下層溫度並未有顯著的效應，其原因在於內外遮蔭使進入之日照能量大為減少，有效的自然通風減少了累積。

模式的預測曲線示其分佈曲線接近實際的狀況，在早上11：30之前，預測能力十分良好，誤差值均在1°C之內。

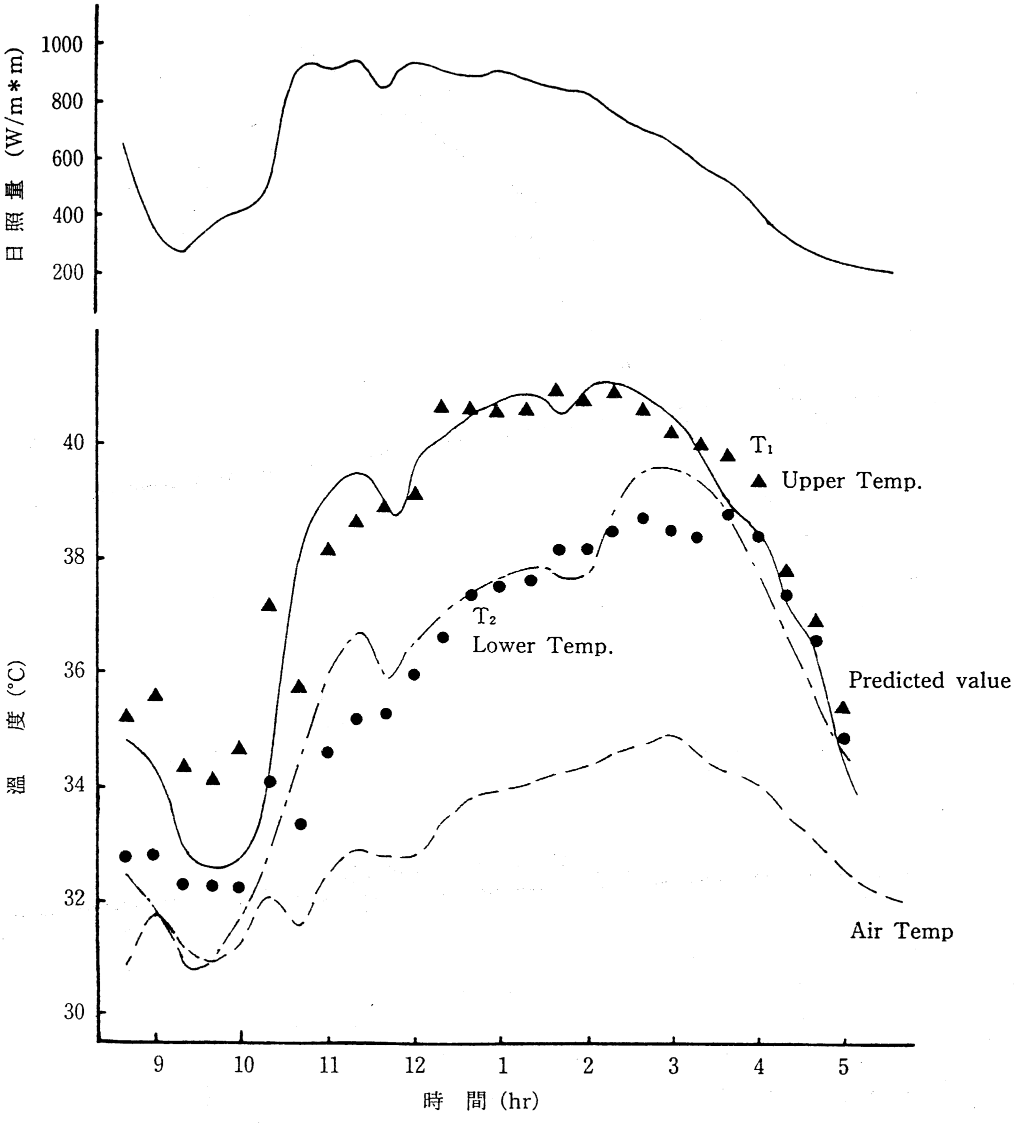


圖5. 山型溫室環境模式驗證（兩側放下，內外遮蔭）

Fig. 5a Verfication of environment model for gable-roof greenhouse (Side closed, inner and outer shading)

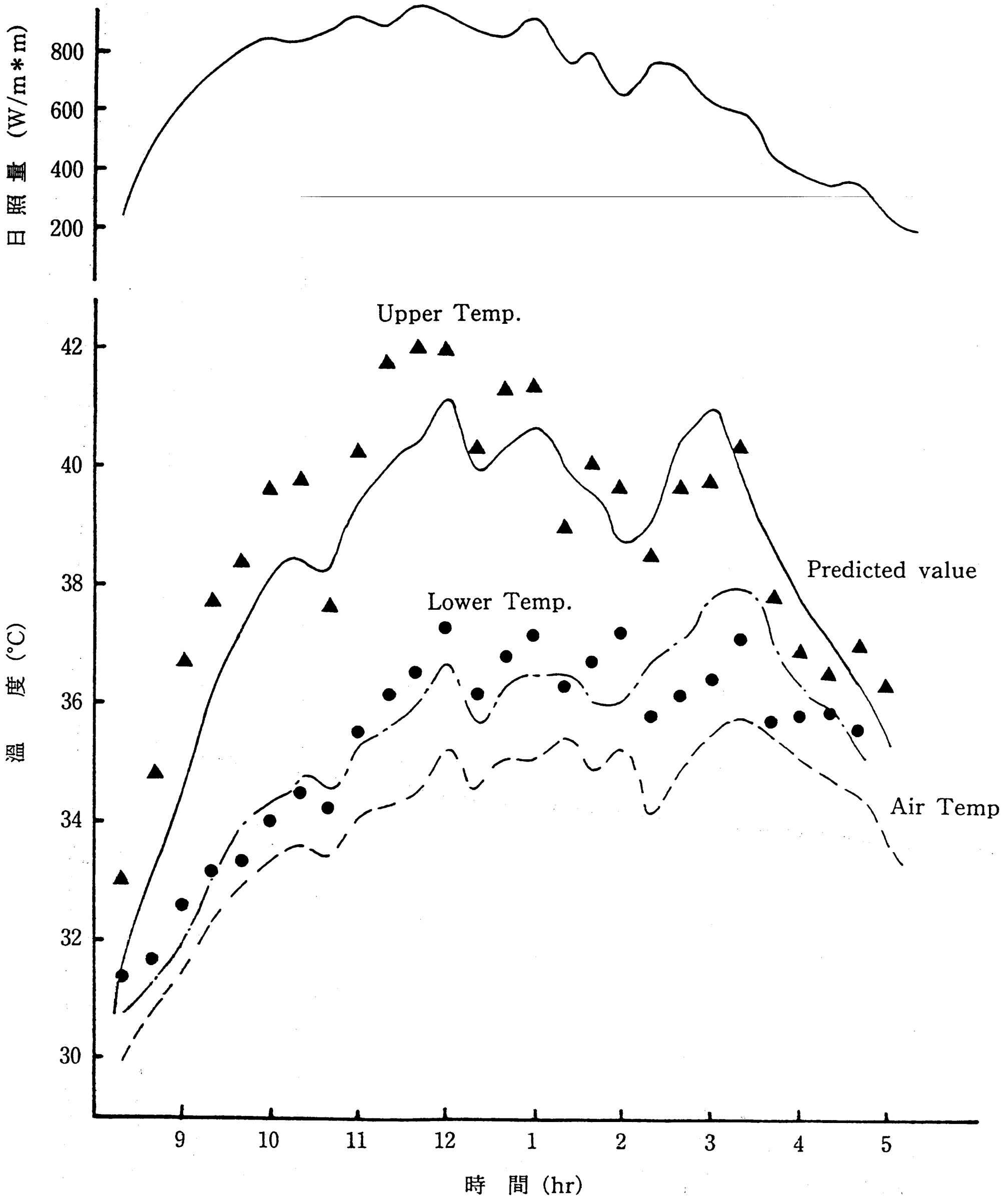


圖5b. 山型溫室環境模式驗證（兩側打開，內遮蔭）

Fig. 5bVerfication of environment model for gable-roof greenhouse (Side opened, inner shading)

溫室兩側捲起1.3m，無外遮蔭僅利用內遮蔭時，內遮蔭網上下層的溫度分佈如圖5b。下層的溫度比大氣溫度約1.5°C，上層溫度則高於外界溫度4～6°C。與圖5a 比較，其原因在於兩側捲高度的增加，提高了自然風量，使得熱累積效應減少。因溫室高度為2.8m，兩側捲起時有1.3m 之高度無塑膠布隔絕溫室內外側，因此開啓空間應與外界溫度相同，底層之實際預測溫度為原預測溫度與大氣溫度之平均值。模式的預測曲線與實際量測值的比較中，上層溫度預測誤差值約1.5～2°C，下層溫度的預測誤差約1°C。溫室兩側捲起1.3m，有內外遮蔭網，溫室上層的風扇運作狀況下，上下層的溫度的分佈如圖5c，（圖5與圖6符號代表意義皆相同）。因風扇使外界空氣流入上層空間，上層溫度高於大氣溫度約3°C，而下層溫度則高於氣溫約1°C，顯示此種開放型溫室之上層風扇作業對下層溫度之影響

並不大。上層溫度預測值與實際值之誤差約1.5°C，下層溫度之模式預測誤約爲1°C左右。由日照量之分佈曲線可知，在下午1時因雲層遮蔭使日照量顯著降低，模式對此日照迅速變化之影響能夠加以反映。

溫室兩側放下，有內外遮蔭，溫室上下層皆有機械通風時，其溫度分佈如圖5d，上層溫度高於氣溫3°C左右，下層溫度在中午12：00後接近上層溫度，而在下午2：00之後因地面蓄熱流入下層空間，底層溫度反而高於上層溫度，模式曲線的預測十分良好。

比較圖5c 與5d 之結果可知，對具有太子樓頂之溫室，將溫室底層密閉而加以機械通風之降溫性能，利用機械通風反而增加能源之耗費，國內玻璃溫室之利用通常以密閉狀況爲主，再以風扇強制通風，在能源利用之不合理性由此可加以印證。

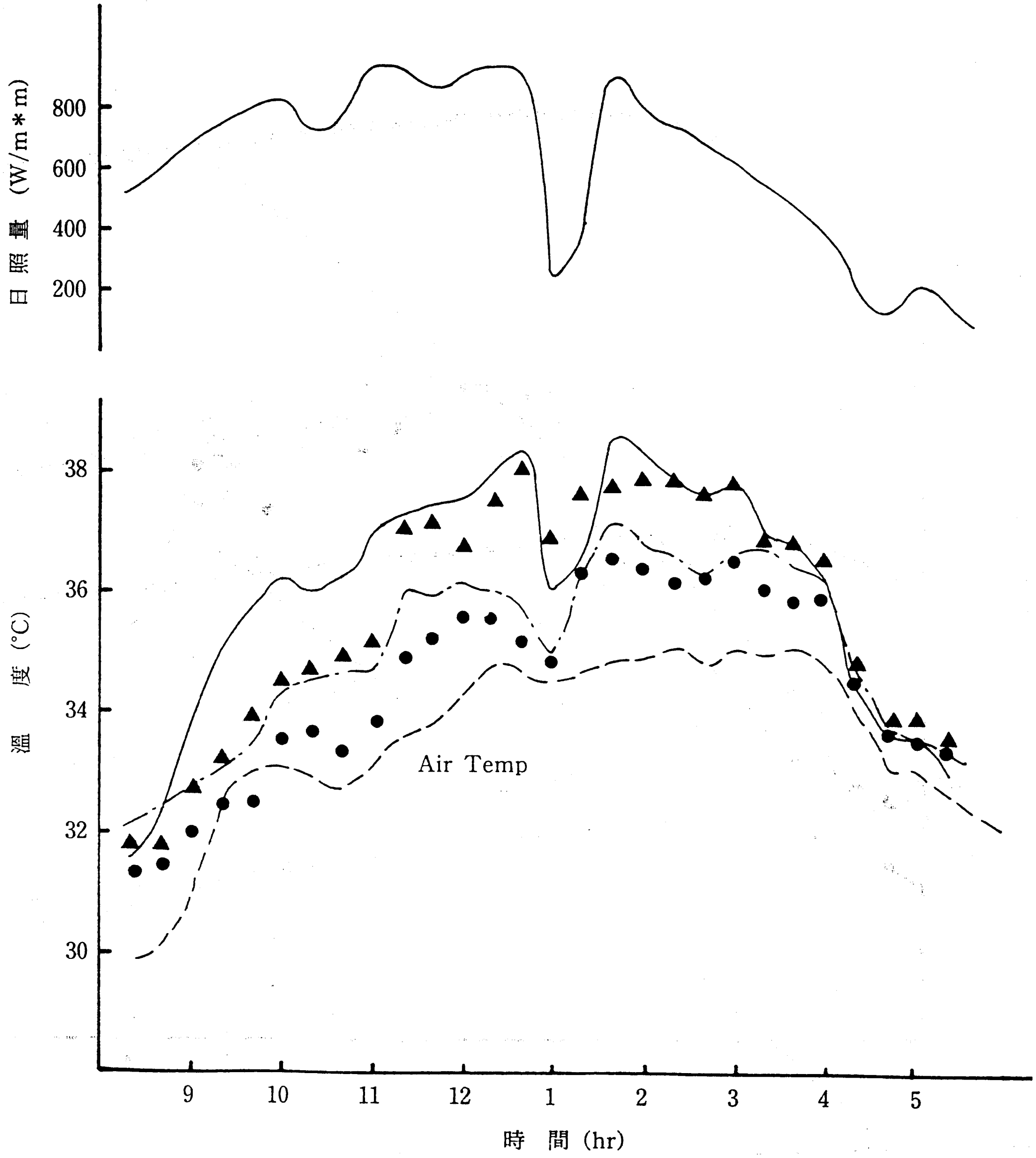


圖5c. 山型溫室環境模式驗證（內外遮蔭，上風扇作業）

Fig. 5c Verfication of environment model for gable-roof greenhouse (Inner and outer shading, upper fan operating)

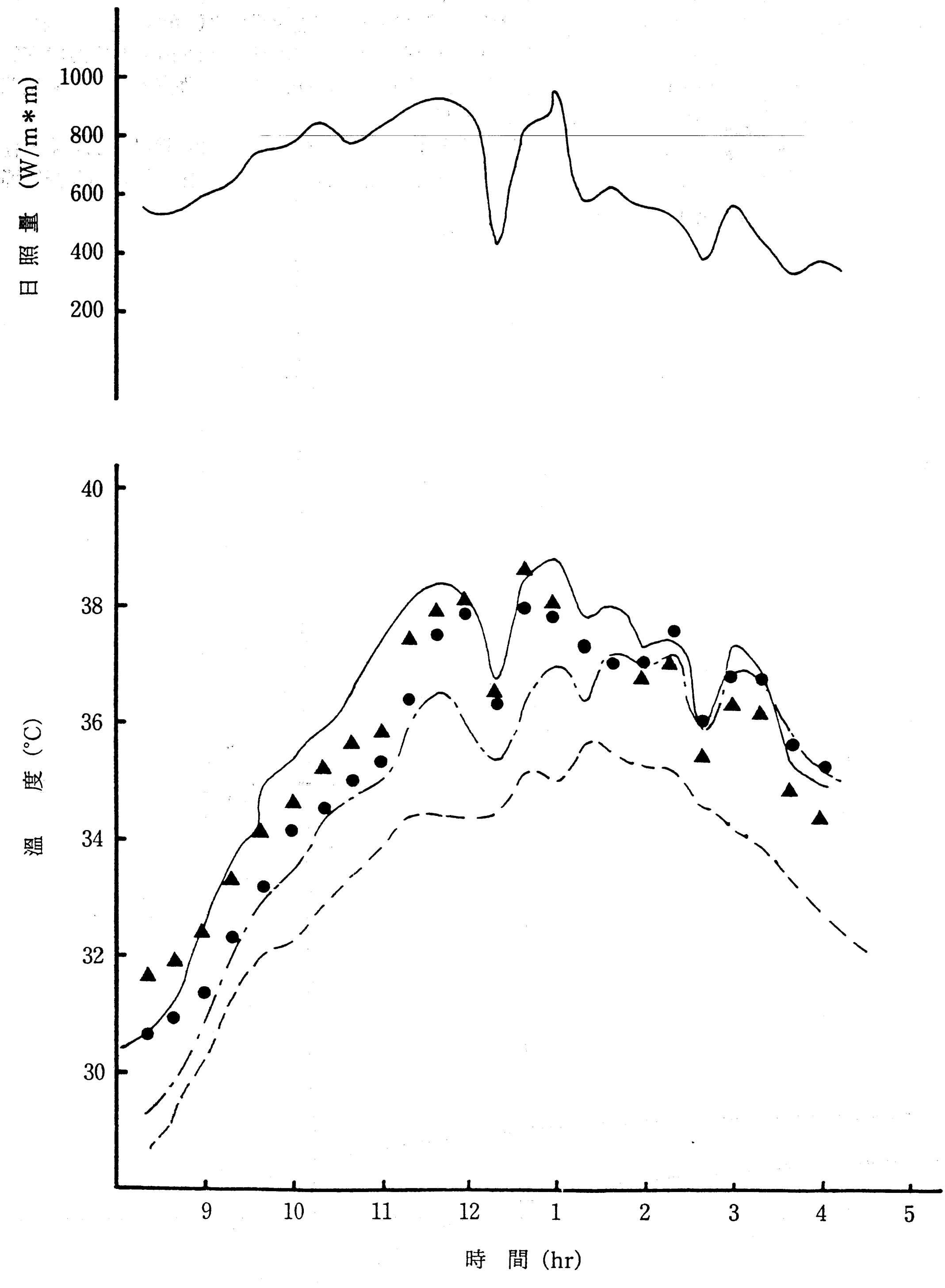


圖5d. 山型溫室環境模式驗證（內外遮蔭，上下風扇作業）

Fig. 5d. Verfication of environment model for gable-roof greenhouse (Inner and outer shading, All fan operating)

㈡圓弧屋頂型溫室

此型溫室之屋頂爲密閉圓弧型，無法執行自然通風，兩側爲固定紗網，高度爲2.35cm，兩側捲起設備在此實驗中並未放下，因此爲一種無自然通風，底層開放型溫室。兩側之紗網其熱傳係數經參數評估結果約爲30w/m²。另一特色在於其固定噴霧設備。上層進行通風作業時，下層流入上層之風量約上層通風量之二分之一值。

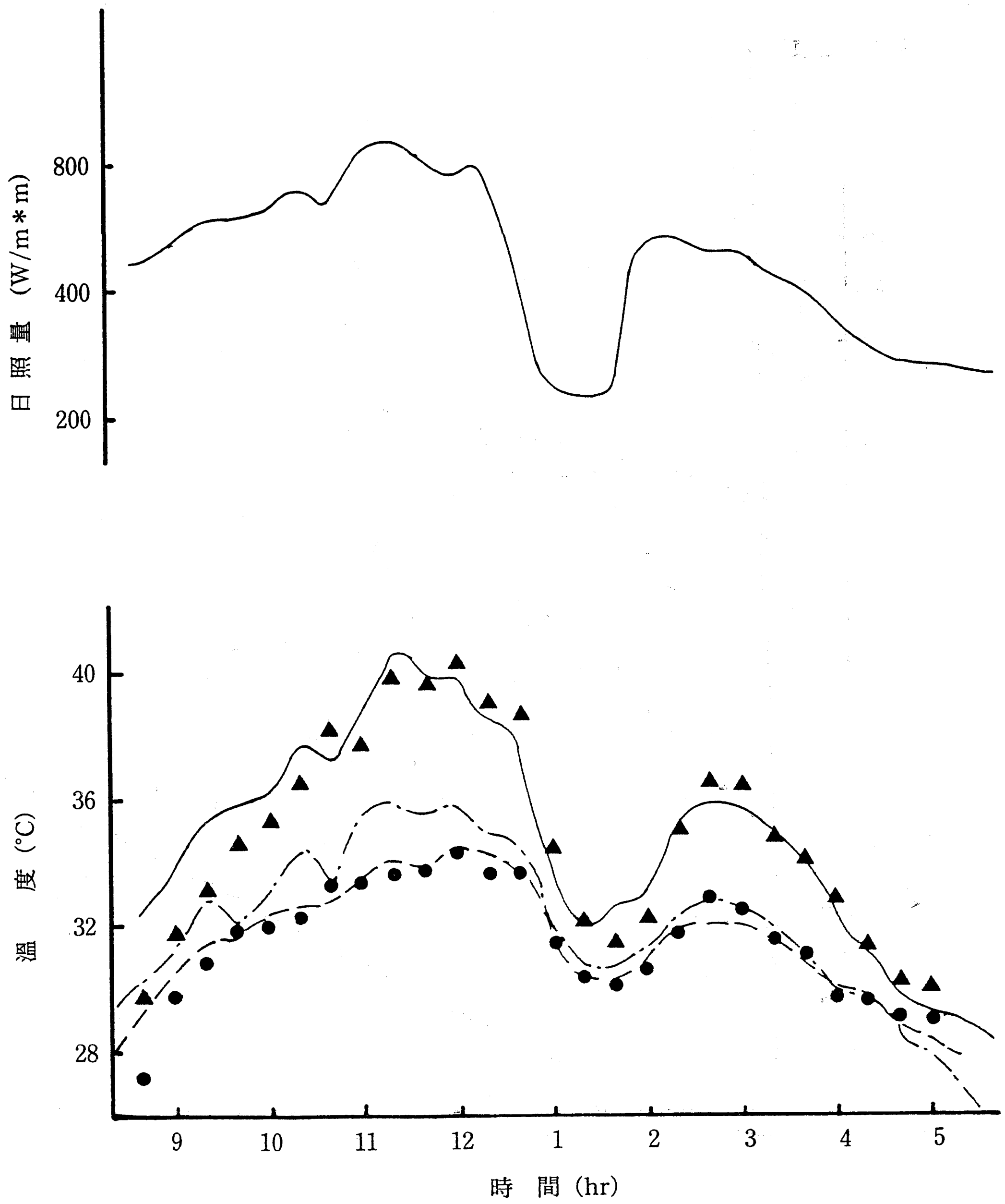


圖6a.　圓弧屋頂溫室環境模式驗證（內遮蔭）
Fig. 6a. Verfication of environment model for semi-circular roof greenhouse (Inner shading)

在僅有內遮蔭裝置，上層進行機械通風時，此溫室上下層溫度分佈如圖6a，上層的溫度高於氣溫約4～6°C，模式預測值與實際量測值誤差約1～1.5°C，下層溫度與外界氣溫近乎相等，而模式之預測值則有高估現象，最大誤差於11：00～12：30之間約2°C，而其他範圍之誤差值約1°C。在下午1：00～2：00時日照量急劇減少，模式對此現象之反映良好。

在具有上下遮蔭，且上層執行機械通風時，其環控性能圖示於圖6b。上層溫度高於外界氣溫約3～4°C，下層溫度在外界日照能量較低（小於600w/m²）之時期，可略低於大氣溫度，此原因可解釋如下：

(1)下層空間之植物吸收部份太陽能量。

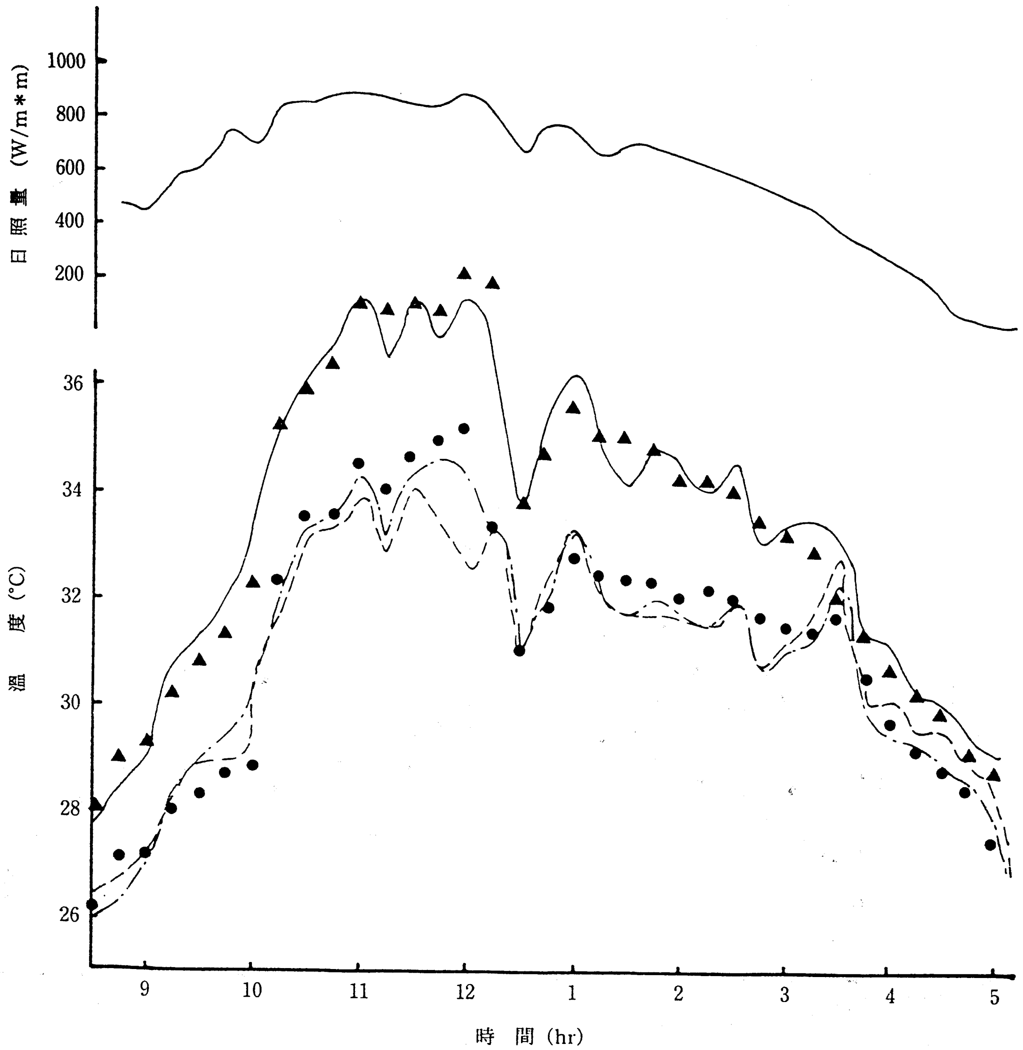


圖6b. 圓弧屋頂溫室環境模式驗證（風扇作業）

Fig. 6b. Verfication of environment model for semi-circular roof greenhouse (Fan operating)

(2)上層抽氣使底層空間最高溫（接近內遮蔭網）處熱累積透過遮蔭網間隙被抽離。

(3)溫室內部以長波形式向外界放射輻射能。在模式預測能力的比較中，上下層溫度之其預測誤差於1～1.5°C之範圍。

在圖6c 中日照能量曲線的起伏波折很大，此現象亦出現在溫室上下層溫度與大氣溫度的量測值分佈，對模式的預測能力而言，其預測誤差值最高約2.5°C，而在下午3：00之後，上層溫度預測值與測值符合性良。

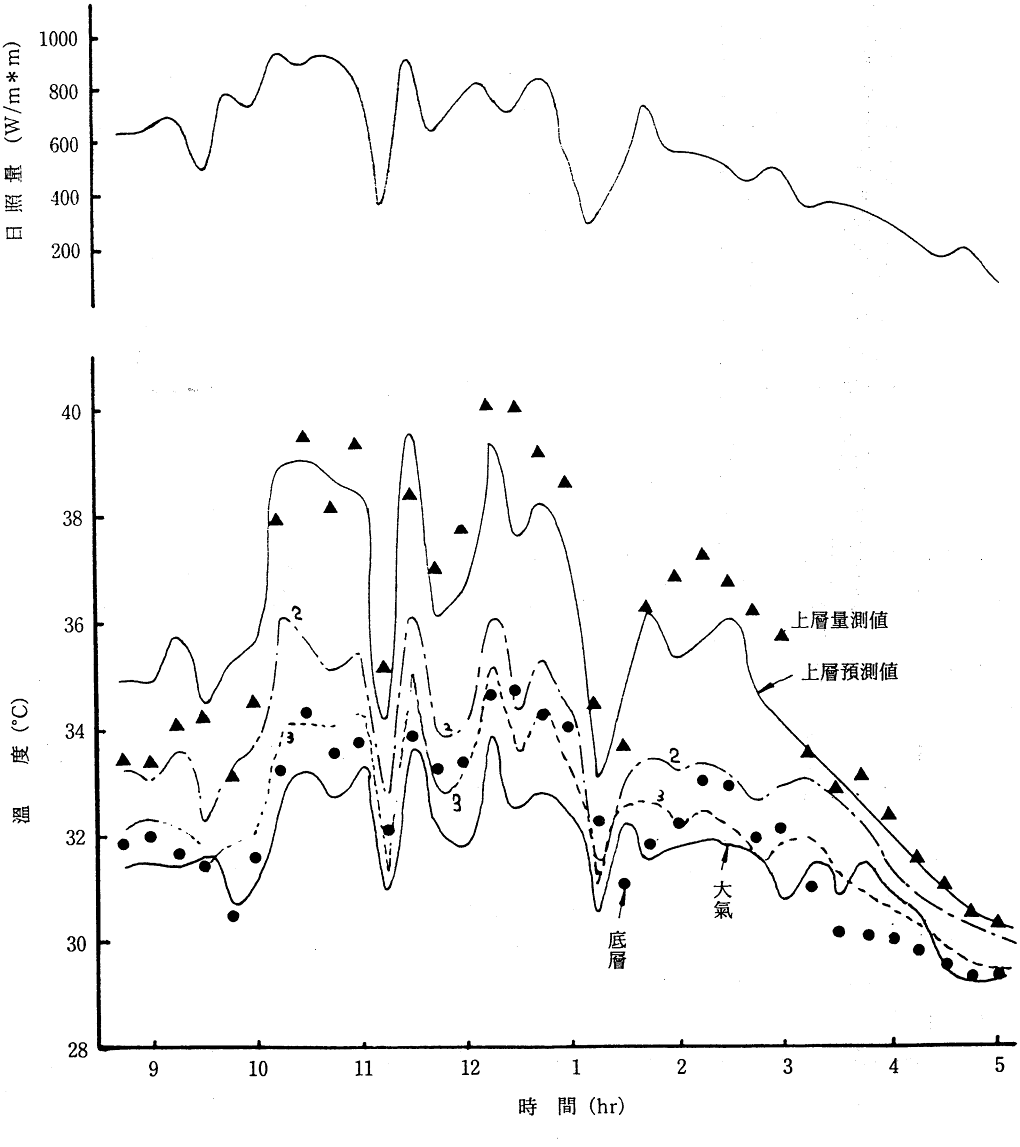


圖6c. 圓弧屋頂溫室環境模式驗證（噴霧）

Fig. 6c. Verfication of environment model for semi-circular roof greenhouse (Misting)

此型溫室噴霧設備安置於內遮蔭網下方，其降溫示意圖如圖7，在具有上層通風作業時，上層空氣的流動對下層空氣產生吸力，使下層空氣通過內遮蔭至上層空間，流動空氣與噴出霧粒混合產生蒸發冷卻效應（Evaporative cooling Effect）此霧化空氣取代原空間靜置部份空氣，產生降溫效果，而在上層未機械通風時，此噴霧作業僅能藉由自然風力進行降溫作用，無風力作用時，噴霧之環控能力不良。

在進行參數選擇中，噴霧作業之有效蒸發效率約50%，因此外界空氣進入溫室下層與霧粒混合之有效溫度 Te 值可由下式計算：

$Te=Td-(1-e)\times(Ed-Tw)$ ，有效蒸發效率e＝0.5

$$Te=(Td+Tw)/2 \quad \cdots\cdots (23)$$

Tw為大氣濕球溫度。

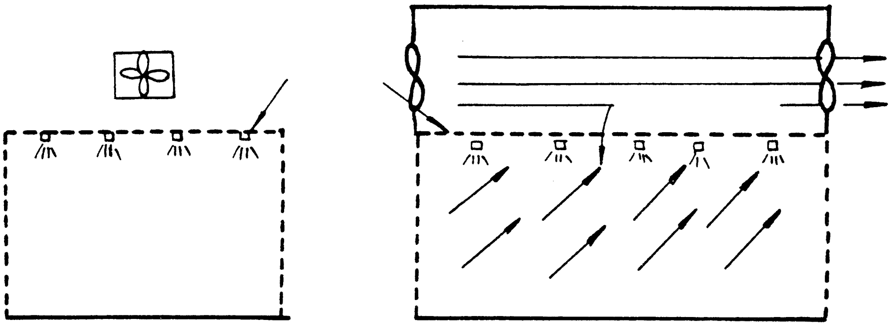


圖7. 固定噴霧裝置降溫作業

Fig. 7. Diagram of the cooling effect for fixed misting device

在模式預測中，上層通風與下層噴霧同時作業時，若下層空間外界氣流進入之有效溫度為 Td 值時，預測曲線（圖6c 之曲線2）都有高估現象，而以 Te 值為有效溫度時，預測曲線（曲線3）則十分符合。

三、內外遮蔭對溫室環控能力之探討。

(1)山型溫室：

由於模式 TARI2 良好之符合性，因此以敏感度分析方式研究內外遮蔭，配合其他環控設備對環控性能之影響，模擬之大氣狀況為一典型夏日氣候，其溫度與日射量如圖8a 所示。

1. 溫室效應

在無外遮蔭，因內遮蔭的影響產生溫室效應，其性能曲線如圖8a 之曲線1（上層溫度）與曲線2（下層溫度）。上層溫度高於外界氣溫有18°C，下層溫度高於大氣溫度約14°C，在氣密性良好的荷蘭型溫室在不考慮間隙的通風量時，其溫室效應更為顯者，因此可知在無通風狀態，裝置內遮蔭裝置對降溫性能並無補助。

2. 自然通風

以兩側打開並利用既有太子樓頂之出口進行自然通風作業，在無遮蔭狀態下，上下層溫度如圖8a 之曲線3（上層），4（下層）所示，因自然通風效應使熱氣升至上層，因此上下層的溫差較大，為4～6°C左右，下層的溫度則高於外界氣溫約4～7°C，已顯著地降低溫室效應。

3. 內外遮蔭

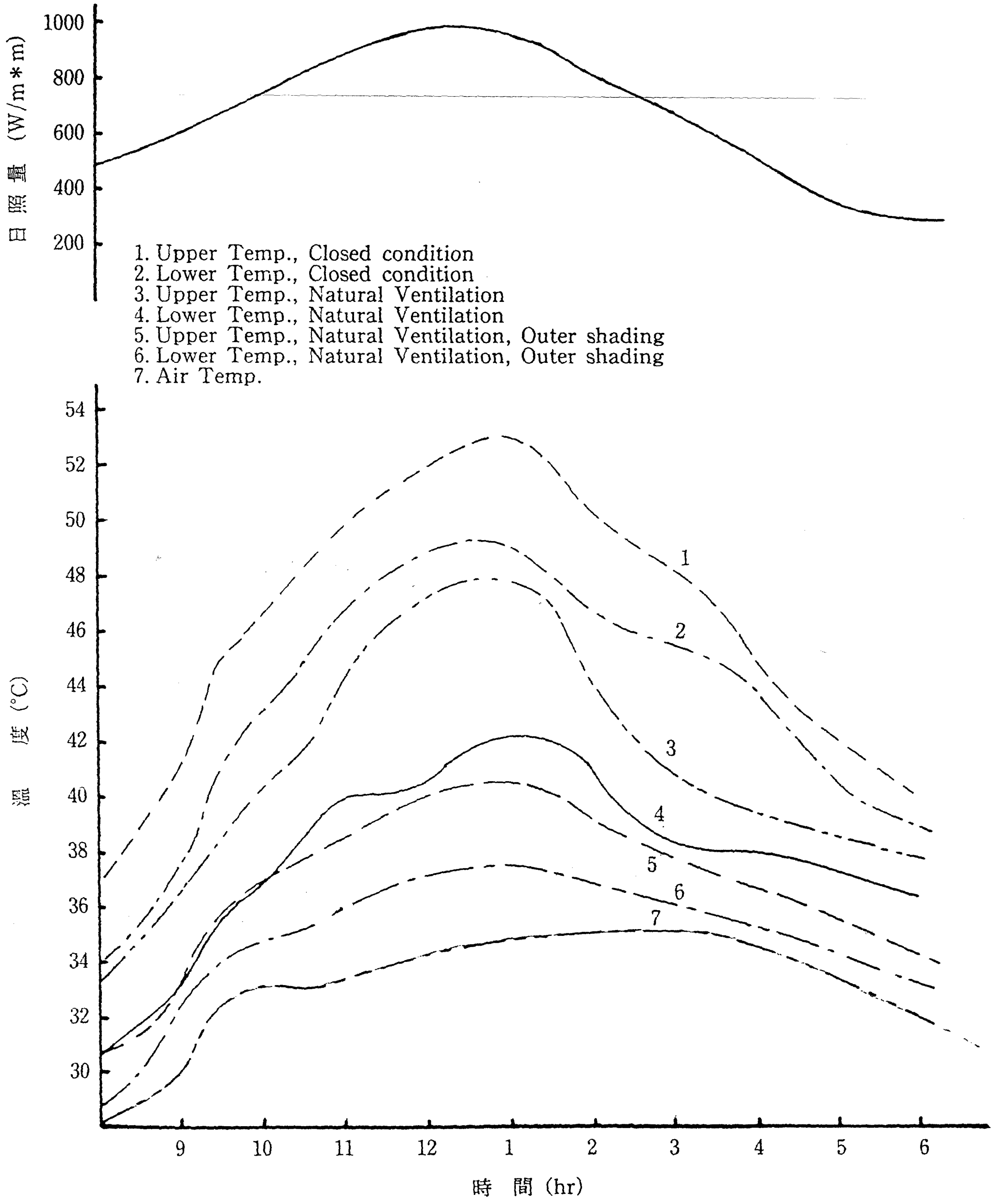


圖8a. 山型溫室模式敏感性分析：遮蔭與通風效果

Fig. 8a. The model sensitivity analysis of gable roof greenhouse(Shading and ventilation effect)

溫室內外的遮蔭網皆使用時，日照能量到達地面的比例大爲減少，溫室上下層溫度之曲線分佈如圖8a 之曲線5（上層），6（下層）。下層溫度僅高於氣溫約2%，由此可知遮蔭與通風兩者同時作用方可有效地避免熱累積。

在只有內遮蔭與只利用外遮蔭時，溫室內溫度分佈如圖 8b。在相同遮蔭網遮蔭率 50%之狀

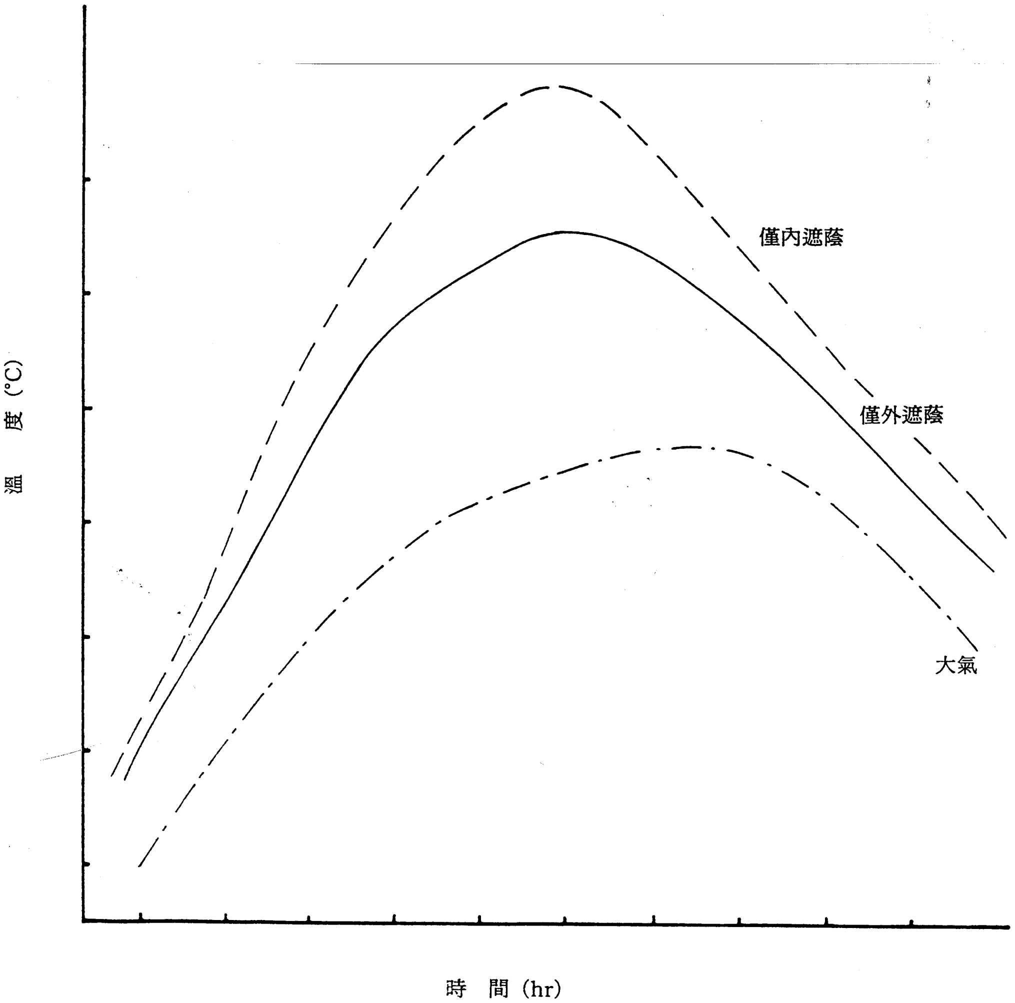


圖8b. 山型溫室模式敏感性分析：內外遮蔭效果比較

Fig. 8b. The model sensitivity analysis of gable roof greenhouse(Inner and outer shading effect)

況下，只利用內遮蔭之溫室底層溫度明顯地高於只利用外遮蔭時溫室溫度。後者係利用TARI1 程式模擬而成（陳等1992a.b）此結果可說明外遮蔭網之降溫效果優於內遮蔭網。

4. 機械通風

利用機械式通風設備對於有內遮蔭網溫室上下層溫度之影響因通風量之大小而改變，但其環控極限在於無法低於大氣溫（陳等，1992b）。在溫室兩側密閉僅有上層部份進行機械通風時，若其通風量爲每分鐘換氣量等於上層體積，其環控效果如圖8c。上層溫度因與外界交換作用，反而低於下層溫度，下層溫度之溫室效應十分顯著，此可說明具有內遮蔭之密閉性溫室，僅利用上層通風反而無降溫效果。

㈡圓弧屋頂型溫室

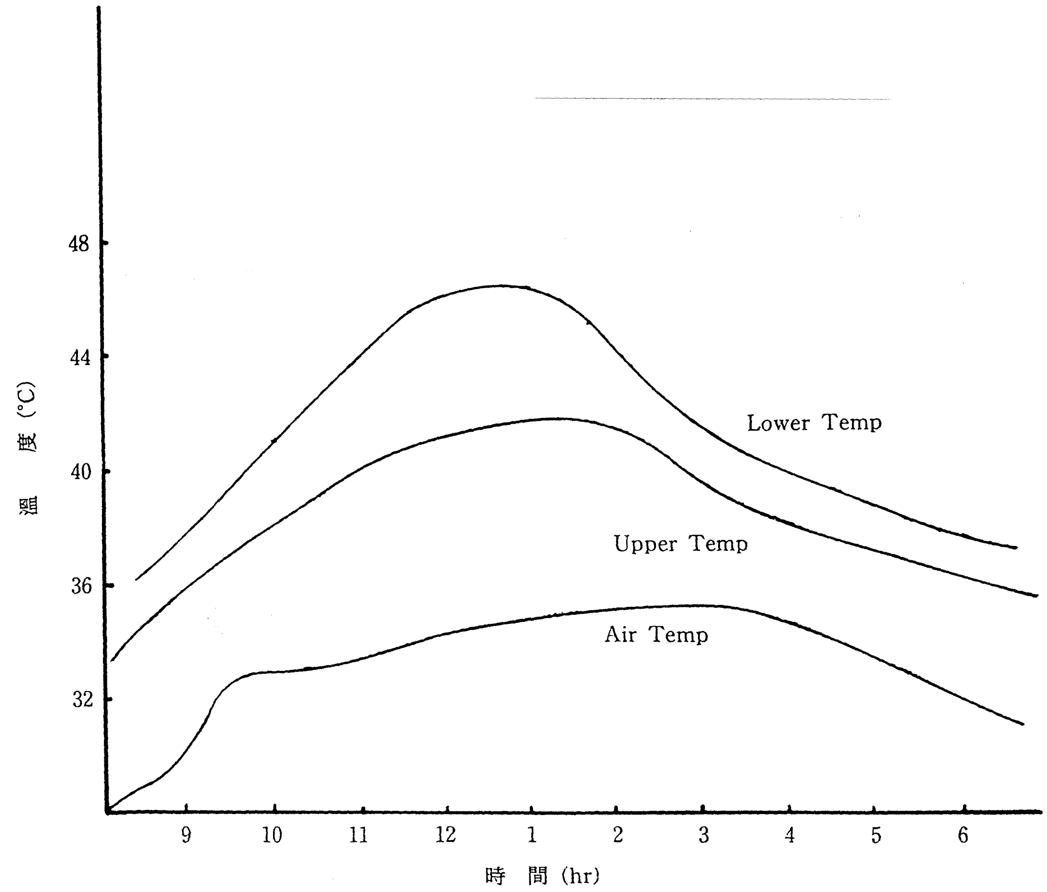


圖8c. 山型溫室模式敏感性分析：上層抽風效果

Fig. 8c. The model sensitivity analysis of gable roof greenhouse (Upper ventilation effect)

此型溫室通常利用的狀態為兩側打開但另以紗網隔絕內外，於圓弧屋頂下安置固定內遮蔭網。比較外遮蔭有否作業時二種環控作業（上層不通風，上層通風，上層通風且下層噴霧）之底層溫度性能曲線如圖9，其模擬大氣條件同於圖8a。

在無外遮蔭（τ=0.4），且上層風扇不作業時，底層溫度高於大氣溫度5°C（曲線1）在風扇開始作業可抽出部份累積熱時，底溫大於氣溫約3～3.5°C（曲線2）。而下層開始噴霧動作後，其降溫能力比無噴霧作業約略低於1～1.5°C（曲線3）。

在有外遮蔭時（τ=0.2）底層溫度均顯著的降低，在上層通風時，底層溫度大於氣溫約1～1.5°C，而在開始噴霧動作後，底層溫度可低於大氣溫度（曲線6）。

由於噴霧作業已為國內園藝業者普遍利用，有關此方面之研究有詳加執行的必要。

四、未來研究方向：

上述研究結果顯示，此內外遮蔭研究之環境模式，「TARI2」，能夠合理且準確的描述預測遮蔭設備對於溫室內溫度影響，然而針對國內開放型溫室之環境模式仍有深入研究之必要。

(一)開放型溫室兩旁紗網之熱傳性質，包括在靜止無風時熱傳係數與有風壓存在時風阻性質性質係

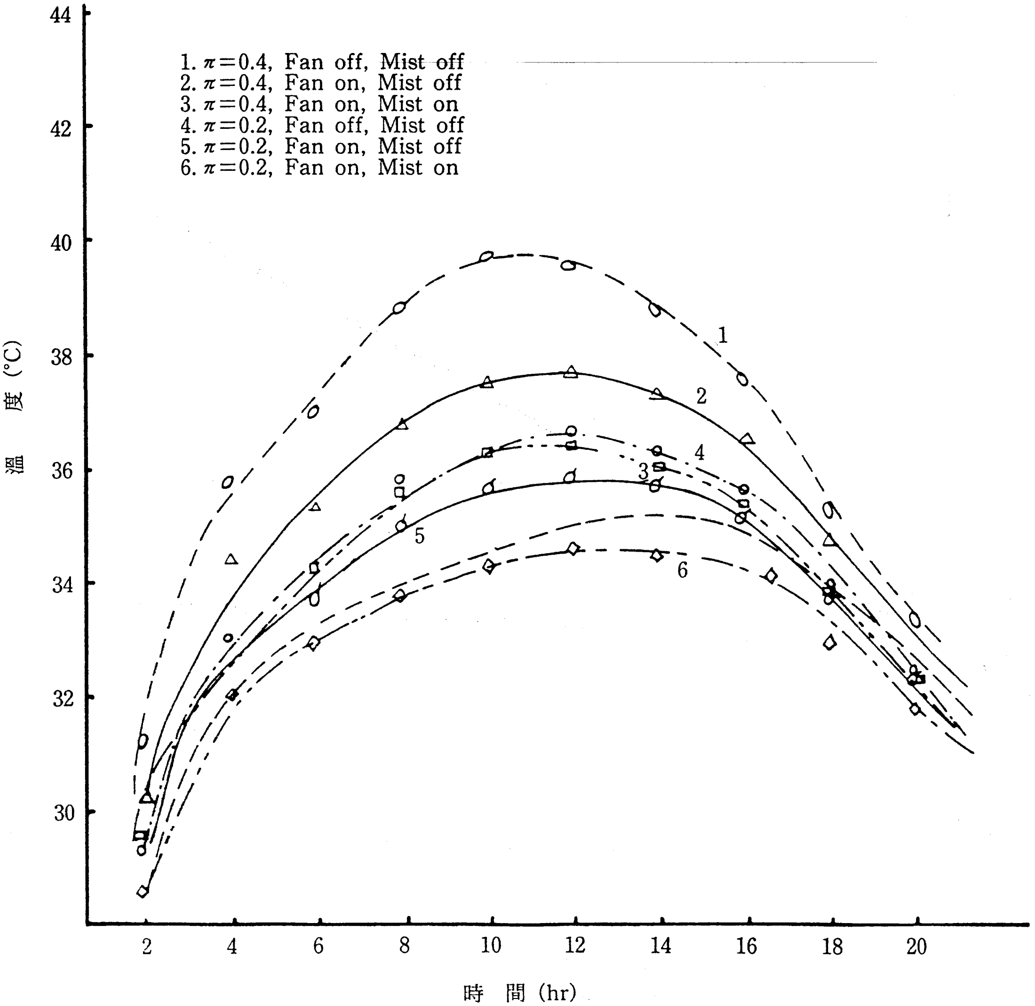


圖9. 圓弧型屋頂溫室室敏感性分析

Fig. 9. The model sensitivity analysis of simi-circular roof greemhouse

數需要加以探討。

(二)遮蔭網之物理性質，尤其對可見光部份的遮蔽光學性質，上下層空氣溫度不同時熱傳係數，與上下間有風壓存在時阻力係數。

(三)噴霧設備之性能研究：包括噴霧量與時間間隔之調整，降溫特性研究與移動式噴霧作業，對環控性能之影響。

(四)在相同作業情況下，外遮蔭裝置其降溫能力顯著於優於內遮蔭。而外遮蔭與屋頂距離太遠則產生結構強度之問題，太近則降溫效果不良，最適當之距離應加以研究。

結　論

由上述研究結果綜合結論如下：

一、此研究中所推衍內外遮蔭裝置對溫室內溫度之預測模式經驗證後十分合理，且準備性於1.5°C之內。

二、研究顯示遮蔭裝置對密閉性溫室效應無減弱效果，需配合通風裝置才有減少熱累積之功能。

三、在相同作業條件下，遮蔭網位於溫室外部比位於溫室內部有更好的降溫效果。

四、對開放型溫室而言，利用噴霧設備在低日照時可使溫室溫度略低於外界。

參考文獻

1. 邱活泉，吳中興，1988，溫室機械化遮光設施之研究，農業工程學報 34(2)：55—62。
2. 王鼎盛，邱文山，1990，本省溫室內溫度之預測模式，中國園藝 36(2)：108—122。
3. 陳加忠，陳志昇，黃照明，1992a，溫室環控模式之研究 I. 數學模式分析，中華農業研究 41(1)：79—89。
4. 陳加忠，陳志昇，黃照明，1992b，溫室環控模式之研究 II. 模式驗證與應用，中華農業研究 41(1)：90—114。
5. 陳加忠，1992，農用日照計之性能研究，中華農業研究 41(2)：124—132。
6. Oliveira, J. L. and M. L. Esmay 1981, Systeme model analysis for hot weather housing for livestock, ASAE paper No. 81—4564, ASAE.
7. Walker, J. N., R. A. Aldrich and T. H. Short, 1983. Quantity of air flow for greenhouse structures. In: Ventilation of agricultural structures, ed: H. A. Hellickson and J. N. Walker, P：257—277,ASAE.

Study on the Effect of Greenhouse Temperature for Shading equipment

C. C. Chen and C. S. Chen

Summary:

The purpose of this study is to test the effect of the shading epuipments on the greenhouse temperature and to develop a model to describe the effect of these devices. The detailed microclimate data of two type greenhouse with inner and outer shading nets were collected at various conditions. These data were used to evaluate the validness of the model. The accuracies of predictive ability of the model was within 2C. It is invalid to reduce the heat accumulation for the inner shading in the unventilation greenhouse. At the same condition, the cooling ability of the greenhouse with the outer shading better than that of inner shading. To estabilish more inforation of the physical propert for shading nets is required.

Key words : Shading equipments, Greenhouse, Environment model

---

1. Contribution No. 1646 from Taiwan Agricultural Reasearch Institute.

2. Associate Researcher, Assistant, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 413, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）41(4)：405～413（1992）

落花生聯合收穫機之改良試驗[1]

梁連勝　顏秀榮　蔡致榮　陸龍虎[2]

摘要：農試型落花生聯合收穫機之機械式動力系充，使其機構駢枝繁雜；機構防塵設計不足，致使用時故障頻頻，作業效率低落。經加強防護防塵措施後，原有之缺失已獲致改善；動力系統經規劃以油壓系統取代後，田間作業時，使用者已可靈活控制，操作簡易，能源之消耗率亦獲致改善，其設備成本與機械式相較，則有適度降低之趨勢。

關鍵詞：落花生、收穫機

落花生機械收穫爲目前本省落花生栽培生產作業中亟待解決之問題，由於收穫作業仍仰賴人工，故其生產成本仍居高不下，且有逐年大幅增加與惡化之趨勢；爲挽救本省落花生之栽培，使能適地適種及增加花生栽培農戶之收益，本土化收穫機之研究工作已進行多年，並有初步之具體成果。但當前研製成功之各型收穫機，雖各具其基本之作業功能設計，唯其作業效率仍有待大幅改善。就農試型落花生聯合收穫機而論，其作業性能雖每單位小時可收穫約十四公畝，但極不穩定；究其原因不外乎機構強度與耐用尙待加強，若能突破其瓶頸，則該型收穫機之實用性能當可完全被肯定，而本省落花生機械化收穫之問題即可迎刃而解。爲達成前述目標，精簡駢枝設計，以簡化農試型落花生聯合收穫機之機構，爲唯一之捷徑；爲因應機構簡化之目標，重新規劃、改良現有動力系統，減少因繁複機構所造成之額外故障，使易於操作與維護；同時就各機構之材料與設計對整體強度與耐用性之關係，依已有之田間試驗資料重行評估、檢討並改良，以提高本型收穫機之耐用性，落實研究成果，進而將實用化之收穫機推廣給農民使用，以徹底解決花生栽培收穫問題，並達成政府全面降低農業生產成本提高落花生產業競爭力之政策目標。

材料與方法

以油壓動力系統取代機械式動力機構，簡化農試型落花生聯合收穫機之設計；並強化其零組件之強度加強各機構活動組件之防塵設計，以因應田間惡劣環境下之作業需求。爲達成簡化本型收穫機駢枝與繁雜之動力系統，本研究除將收穫機構之配置依據歷年田間試驗結果重行規劃設計，並予以適度之更動外，原設計機構配置因空間利用所衍生之瓶頸，亦予一併考慮設法突破；其動力結構則悉以油壓動力系統予以取代，藉以獲得整合、精簡之終極目標。本研究作業機架仍沿用50公厘之方形鋼管爲材料，油壓系統則採用靜油壓傳動系統取代行駛驅動之變速機構；以油壓泵、油壓馬達、控制閥、油箱及連接管路等組成作業機之動系統。

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1647 號。本研究承中正農業科技社會公益基金會贊助（80中基一農一38），得以順利完成，特致謝忱。
2. 本所農業工程系研究員兼主任、助理、助理研究員及助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

結果與討論

一、收穫機作業機架之規劃與設計

農試型落花生收穫機作業機架之原設計，因配合橫置精選系統，應用側向風選之作業規劃；集莢系統採用分由前、後向中集莢之作業方式，故佔用空間較多，除無形中使作業機之高度提高甚多外，植株所夾帶之沙土在脫莢處理過程中無法有效排除，致側向精選出風口在作業中有大量沙土飛揚，形成嚴重之作業環境污染。上述缺點經改變集莢方式爲向後單向收集，將莢果直接排出在精選風場內逕行選別，並採用橫式脫莢系統[4]後，如圖1所示，機體內淨空加大，沙土可輕易地自栅鏈間掉落，而不會集聚在機體內齒輪箱上；集莢鏈間間隙增加，雜物不再積堵在兩鏈間，對收穫品質提供更確實之改善效果。同時由於機體原有機械傳動之機件經以油壓系統取代拆除後，機架高度由原115公分相對降低10公分，對前處理部之夾株作業有正面增進之效果。

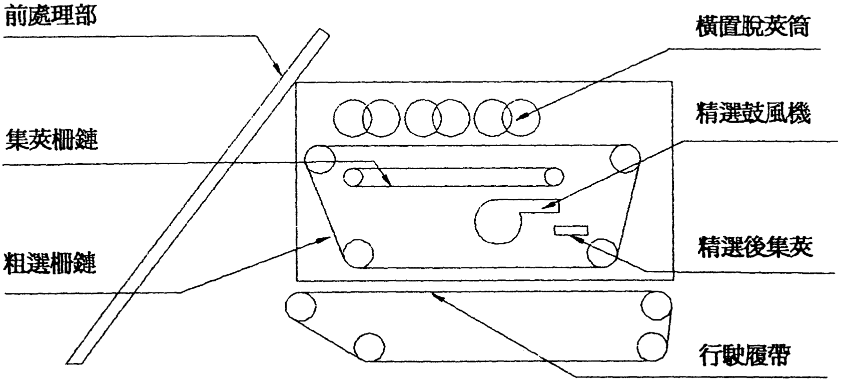


圖1 收穫機各作業機構位置規劃

二、排株機構之改良

收穫機排株系統設計之良窳，影響作業時排株是否完全或有無回送纏繞之現像；影響所及，收穫機之整體作業效率隨之大幅降低。本研究將夾送帶後部予以適度內縮，提供足夠之淨空如圖2所示，以避免植株之纏繞與堵塞。

三、防塵措施之改善

本型收穫機因長期曝露在田間惡劣環境下作業，據歷年田間試驗結果，各轉動機件最易遭致塵土之污染而衍生故障；經採用精密防護封套並盡量以間隔板阻隔後，軸承部之作業已獲致最佳之改善。

四、油壓動力系統之規劃與設計

落花生收穫機原使用傳統機械式動力系統，由於單項作業機構多，個別作業所需條件互異，爲達成設計功能要求，使用爲數相當多之減速齒輪箱、中繼軸與萬向接頭，因而對整體機構之安排需求更多之額外空間，同時亦增加許多駢枝之附屬機構，致原動力系統顯得格外繁複，其安裝作業亦受更多之空間限制。經規劃結果，本收穫機所有動力系統悉以油壓元件取代，組成一完整之油壓迴路，其油壓規劃如圖3所示。

初期本收穫機動力系統計規劃爲四個回路，即行駛系統、第一及第二作業回路與舉升系統等；其中第一、第二回路及舉升系統爲共用一組供油泵之串聯迴路，行駛系統則爲獨立之作業回路；作業泵

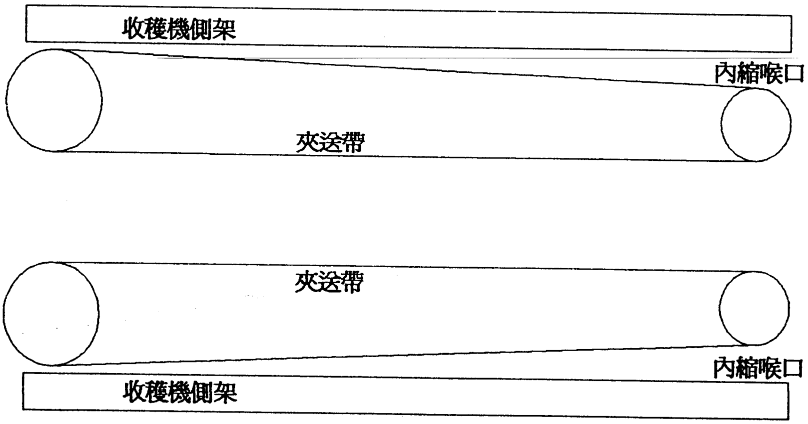


圖2 夾送帶後部內縮

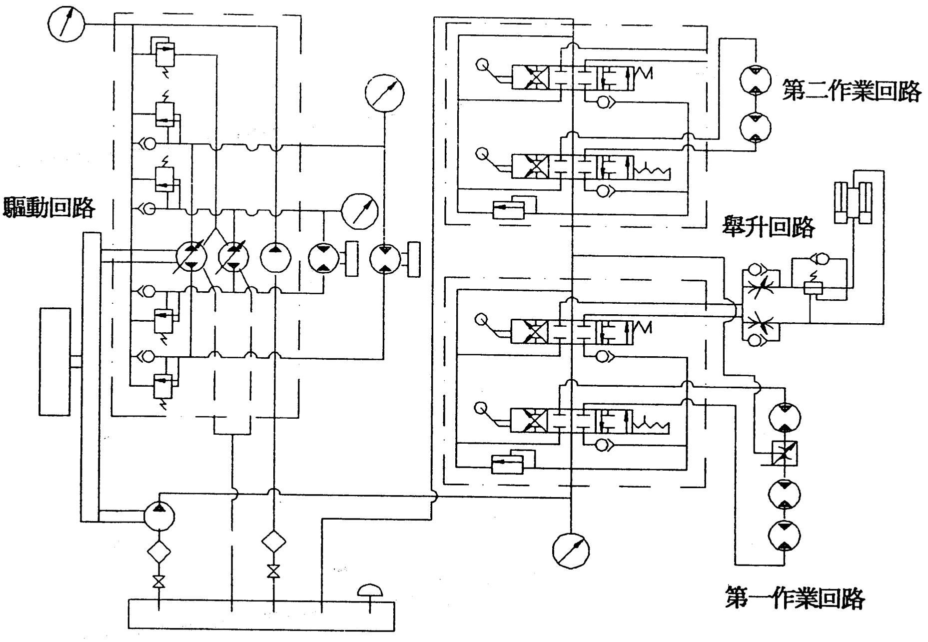


圖3 收穫機油壓回路

係以等速驅動齒輪箱與靜油壓傳動泵並聯，由引擎同步驅動。

㈠行駛系統之回路

行駛系統計使用二只可變靜油壓泵、一只增壓泵、兩只驅動馬達及相關控制機構與管路組

成，增壓泵提供14—15KG／CM^{2}之補償壓力，靜油壓泵排量為每轉16CC；驅動馬達排量為每轉200CC ，使用5：1之減速比，平均作業壓力為40KG／CM^2 。作業時引擎之轉速保持在每分鐘1900轉之恆速下運轉，收穫機之前進、後退由靜油壓泵之轉換手柄變換，前進方向則由二隻變速手柄之交替變換位置加以調整；由於靜油壓驅動原理，提供收穫機無段變速之作業速度。

㈡作業系統之回路

本機作業部之油壓迴路計有舉升回路、第一作業回路及第二作業回路，其中舉升回路職司前處理部在作業時之升降；第一、二作業回路則分別控制粗選別集莢、送莢裝袋、精選系統及拔取送株、脫莢送株作業部等兩作業回路，每轉排量20CC之泵，提供140至150KG／CM^2 之作業用高壓油。

1. 舉升回路

本回路在設計規劃時並未對回路流量予以限制，以控制前處理部之升降速度，經田間試驗結果，升降速度並未盡如理想；旋在回路中加上節流閥予以改良如圖3所示，以獲取適當之速度控制效果。

2. 第一作業回路

本回路依序串接並控制粗選別集莢、送莢裝袋及精選系統等作業馬達，其中粗選別集莢與送莢裝袋馬達每分鐘額定作業轉速為100轉；精選系統用馬達原使用等速傳動，經田間試驗結果顯示，引擎在每分鐘1900轉速度下作業時，鼓風機主軸轉速僅達每分鐘1350轉，顯然偏低而精選效果不彰，最後予以增加速比為11：6後，在額定引擎作業速度下，鼓風機作業轉速已可達每分鐘2020轉，其精選效果已與原雛型機無異。

圖4　收穫機田間試驗

3. 第二作業回

第一作業回路之回油經手動閥之Ｂ口回到第二作業回路手動閥，供作本回路串接拔取送株及脫莢送株作業部馬達之動力；前處理部之強制送株鏈與拔取送株輸送帶所需之動力均由拔取送株馬達供應，其每分鐘作業轉速爲150轉；脫莢送株馬達則提供水平輸送帶與脫莢筒組之動力，每分鐘轉速爲250轉，其速比分別爲15：36及33：18。本系統經田間全負荷試驗結果，因負荷使馬達之作業轉速有10%之遞降，無法符合脫莢筒[3,4]原設計作業轉速需求，經改變脫莢筒組速比爲39：18時，在全負載時，脫莢筒之轉速已可保持在原設計額定值範圍內。

㈢系統作業壓力及回路之檢討

本系統之引擎額定作業轉速設定爲每分鐘1900轉，增壓泵對靜油壓傳動泵提供14KG／CM^2 之恆壓；在各種負何狀態下，系統回路之壓力差及馬力需求如表一至表八所示；本系統動力之輸出可依下列公式(1)計算[1,5]。

$$L=(2\pi NT/6.12\times10^5)\times\eta \cdots\cdots(1)$$
$$=(PQ/6.12\times10^5)\times\eta$$
$$N=Q/q$$
$$T=Pq/2\pi$$

N：油壓馬達之轉速（RPM）
Q：馬達之通過油量（CM^3／MIN）
q：旋轉一週之必要油量（CM^3）
T：扭拒（KG-CM）
P：流入口與流出口之壓力差（KG／CM^2）
η：馬達全效率
L：油壓馬達之出力（KW）

依據式(1)，當系統之總效率η假設爲0.85時，在靜態下作業系統之動力輸出如下：

行駛馬達空車之作業壓力爲30KG／CM^2，每分鐘轉速爲40轉；每轉之排油量爲200CC，因其具5：1之減速比，故馬達之輸人轉速應爲每分鐘200轉。依式(1)：本收穫機在每秒0.36公尺之作業速度下所需之馬力約爲2.2HP，若速度增高至每分鐘80轉時，其馬力需求爲4.5HP。同理；作業泵及各馬達之輸出馬力估算如表二：

作業泵一

$$L=(PQ/6.12\times10^5)\times\eta\cdots\cdots(1)$$
$$=(125\times1900\times20/6.12\times10^5)\times0.85$$
$$=8.8HP$$

1. 不考慮作業壓力降，作業機無負荷，水平輸送帶靜止之作業條件下，系統之壓力差如表一，依據式(1)計算所得如表二，系統合計需8.8HP如表二。

表一　作業機無負荷，水平輸送帶靜止

系統組件名	工作壓力或壓力差	作業轉速	系統組件名	工作壓力或壓力差	作業轉速
增壓泵	14KG／CM^2	1900RPM	送莢馬達	15KG／CM^2	100RPM
行駛馬達	30KG／CM^2	40RPM	精選馬達	28KG／CM^2	1350RPM
作業泵	125KG／CM^2	1900RPM	脫莢馬達	19KG／CM^2	243RPM
選別馬達	30KG／CM^2	100RPM	送株馬達	33KG／CM^2	145RPM

表二 作業機無負荷，水平輸送帶靜止時，系統之馬力輸出或需求

馬　達	驅動馬達	作業泵	選別馬達	送莢馬達	精選馬達	脫莢馬達	送株馬達
馬　力	2.2	8.8	2.1	1.1	1.1	1.3	2.3

2. 不考慮作業壓力降，作業機無負荷，脫莢筒靜止時，各作業系統壓力差如表三，依式(1)系統需7.9HP，核算如表四。

表三 作業機無負荷，脫莢筒靜止

系統組件名	工作壓力或壓力差	作業轉速	系統組件名	工作壓力或壓力差	作業轉速
增壓泵	14KG／CM^2	1900RPM	送莢馬達	16KG／CM^2	95RPM
行駛馬達	30KG／CM^2	40RPM	精選馬達	22KG／CM^2	1350RPM
作業泵	112KG／CM^2	1900RPM	脫莢馬達	18KG／CM^2	240RPM
選別馬達	24KG／CM^2	100RPM	送株馬達	32KG／CM^2	140RPM

表四 作業機無負荷，脫莢筒靜止時，系統之馬力輸出或需求

馬　達	驅動馬達	作業泵	選別馬達	送莢馬達	精選馬達	脫莢馬達	送株馬達
馬　力	2.2	7.9	1.7	1.1	0.8	1.3	2.3

3. 不考慮作業壓力降，作業機在田間全負荷作業時，各作業系統壓力差如表五，依式(1)系統之馬力核算如表六。由於系統未考慮全負荷作業時之壓力降，導致脫莢系統之作業轉速不足額定轉速，故引擎之作業轉速提高至每分鐘2200轉；增壓泵之作業壓力爲15KG／CM^2 ，驅動馬達在45KG／CM^2 壓力下以每分鐘40轉運轉，計需3.4HP；作業泵之馬力需求爲11.5HP，其餘各作業系統之壓力差如表五，系統馬力如表六。

表五 田間全負荷運轉

系統組件名	工作壓力或壓力差	作業轉速	系統組件名	工作壓力或壓力差	作業轉速
增壓泵	15KG／CM^2	2200RPM	送莢馬達	20KG／CM^2	100RPM
行駛馬達	45KG／CM^2	40RPM	精選馬達	30KG／CM^2	1335RPM
作業泵	140KG／CM^2	2200RPM	脫莢馬達	40KG／CM^2	229RPM
選別馬達	20KG／CM^2	100RPM	送株馬達	30KG／CM^2	145RPM

表六　全系統全負荷運轉時，系統之馬力輸出或需求

馬　達	驅動馬達	作業泵	選別馬達	送莢馬達	精選馬達	脫莢馬達	送株馬達
馬　力	3.4	11.5	1.6	1.6	1.3	3.3	2.5

4. 在考慮作業壓力降之情況下：

經規劃設計並完成裝配之原型油壓迴路，其脫莢馬達與脫莢筒及水平輸送帶之連結，係以33：18及15：36之鏈輪速比傳動，馬達與鼓風機間之速比爲1，經試用結果，因在全負荷時有10%之作業速度差，無法達到預期之脫莢作業速度[1,2,3]，經將脫莢筒組及鼓風機速比分別改爲38：18與11：6後，在田間全負荷作業，系統間之壓力差如表七，系統馬力核算如表八；在此作業條件下，田間全負荷作業時驅動馬達之馬力需求爲3HP，田間空車行駛馬力需求則爲2.2HP；作業系統合計需9.9HP，收穫機整體馬力需求量爲12.9HP。據上述分析，本收穫機前處理部挖掘犁在沙壤土之馬力需求約爲0.8HP。

表七　田間全負荷運轉

系統組件名	工作壓力或壓力差	作業轉速	系統組件名	工作壓力或壓力差	作業轉速
增壓泵	13KG／CM^2	1900RPM	送莢馬達	18KG／CM^2	90RPM
行駛馬達	40KG／CM^2	40RPM	精選馬達	32KG／CM^2	2020RPM
作業泵	140KG／CM^2	1900RPM	脫莢馬達	30KG／CM^2	220RPM
選別馬達	30KG／CM^2	100RPM	送株馬達	30KG／CM^2	145RPM

表八　田間全負荷運轉，系統之馬力輸出或需求

馬　達	驅動馬達	作業泵	選別馬達	送莢馬達	精選馬達	脫莢馬達	送株馬達
馬　力	3.0	9.9	2.1	1.3	1.2	2.1	2.1

5. 冷卻系統[1,5]

油壓系統在使用上，冷卻設計之良窳，直接影響整體系統之效率；本系統因空間利用與重量平衡問題，將油箱安置在引擎與作業機之間，在平衡上已完全改善原有機型前後失衡之缺點；本系統採用油壓馬達驅動之風扇冷卻裝置，強制通風冷卻。作業時冷卻馬達之轉速爲每分鐘1350轉，油溫雖保持在警戒範圍60°C以下，但仍有偏高之現像，經分析其原因，應爲引擎散熱提供油箱額外熱源，使冷卻效果遞減所致。

建　議

本型收穫機油壓系統之規劃，取代原傳統機械式之動力系統，使機構結構益爲簡化，但制控行駛機構左、右分開操作，易因操作偏差導致無法同步；冷卻系統雖已粗具效果，但油箱配置位置除需考

慮整體重量平衡問題外，對使其遠離引擎熱源更爲不可忽略之考慮因素。控制機構之問題可藉比例差動閥之應用而加以解決，冷卻問題可由油箱裝配位置加以考慮。作業機系統中，各植株輸送帶間與作業速度之同步問題，可經由比例控制及節流閥等組件予以達成。前項瓶頸解決後，油壓系統在落花生收穫機上之應用，即可完全取代傳統機械式動力機構，而使該機之作業更爲靈活簡易。根據試驗結果分析，以油壓系統提供收穫機作業機構動力，因簡化騈枝機構減少動力損失，收穫機動力源估計僅需13HP，若安全係數取爲二時，引擎可選用26HP級者，則收穫機之成本相對降低。

參考文獻

1. 何　植　1984　應用油壓學　金華科技圖書公司　臺北
2. 梁連勝、蔡致榮等　1989　夾持式落花生聯合收穫機之研製（I）中華農業研究第三十八卷第一期　臺灣　臺中
3. 梁連勝、蔡致榮等　1990　農試型落花生聯合收穫機之研製（II）中華農業研究第三十九卷第二期　臺灣　臺中
4. 梁連勝、蔡致榮等　1990　落花生脫莢系統之改良中華農業研究第三十九卷第三期　臺灣　臺中
5. 賴耿陽　1980　油壓工學　南臺圖書公司　臺南

The Improvement of TARI Peanut Harvester [1]

L. S. Liang, S. R. Yen, J. R. TsaY and L.H. Lu[2]

Summary

The complicated mechanism and the unsuited protection of TARI peanut harvester cause the field capacity down and short the life of the harvester. Through this study, a new protecting shield is used to instead of the original. A hydraulic power system has been used to update the traditional. It makes the advantages of more durable and more convenient to handle. It will cause the cost down and save the energy consumption also.

key words : Peanut, Harvester

1. Contribution No. 1647 from The Taiwan Agricultural Resesarch Institute.
2. Head and Senior Engineer, Assistant, Specialist and assistant, Department of Agricultural Engineering. TARI. Wu-feng, Taichung, Taiwan 413, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）41(4)：414～424（1992）

微處理機在農業上之應用
(一)柑桔貯藏庫之改良研究[1]

賴　建　洲[2]

摘要：本研究利用溫濕度感應器及以個人電腦爲主之環控系統，依條件設定將夜間溫度較低之大氣抽入以寶利龍四週及頂部絕緣之貯藏室，而於外部氣溫較高時，將貯藏室與外部隔絕，如此可維持絕緣室內上下溫度均勻，日夜溫差在4°C以內，而大自然界之日夜溫差在12°C左右，絕緣室內溼度日夜差在20%內，而大自然界之日夜濕度差在50%左右，故此種改良式貯藏室能夠維持較低平均溫度及較高濕度，可大幅改善柑桔貯藏環境。

關鍵詞：貯藏庫，環控系統

柑桔爲臺灣栽培面積最大而產量最多的果樹。最重要的品種有柳橙、椪柑及桶柑三種。主要產區北起宜蘭，南迄嘉義。採收期自每年十月至翌年元月，因品種及產地略有不同。柑桔採收後大量貯藏，以延長供銷期間，每年五六月仍有供應。從消費者的立場看臺灣柑桔的最大缺點是良莠不齊。品質不佳的原因有品系不良、栽培管理不當、採收成熟度不適、處理不當或貯藏不良等因素所致。從柑桔產業的立場看，臺灣柑桔貯藏之最大問題在腐損率太高，每年損失之數量及價值難以計數。

臺灣過去之研究多注重貯藏期間中品質之變化，如防腐劑之使用、及改變貯藏氣體之效果。至於柑桔貯藏庫方面，數十年來臺灣無人研究。少數果農仿造日本舊式貯藏庫，多數則在毫無技術可言下，普遍使用性能甚差之貯藏庫貯果，急待研究改良。

由於貯藏溫度過與不及皆會造成貯果之傷害，但在許可之貯藏溫度範圍內，應愈低愈好，依林學正（1977，1983）等所著『柑桔採收與貯藏手册』中所提到柑桔之適當貯藏溫度爲，橙類3—5°C，桶柑4—6°C，椪柑6—8°C，而相對濕度皆爲80—85%。

一、目　　的

本研究之目的在求貯藏環境之穩定，使每日之溫濕度起伏不致太大並且盡量低溫高濕（8°C，80% RH）使柑桔貯藏之腐爛率降低，貯藏品質能維持，以延長貯藏期限，達到產銷調節之目的。

二、試驗材料與方法

(1)貯藏室：

將原有約長（15m）、寬（8m）、高（4m）之傳統貯藏室，間隔出一長（8m）、寬（5.2m）、高（3.5m）之改良貯藏室，且四面及頂面覆上7.5ｃｍ厚之寶麗龍，作爲氣體絕緣用。而地面則敷以水泥。

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1648 號。
2. 本所農工系助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

(2)通風機構：

在改良貯藏室之頂面預留5個直徑爲10公分之通風口並以蛇形塑膠管連接至外側之1/4馬力風扇，且在前後側面留三個通風口，作爲冷空氣流入用，再用蛇形塑膠管連接並加以彎曲以防風扇未開時空氣流入室內。

(3)微處理機監控及記錄機構：

(A)個人電腦：

以 INEL 公司之80286—16微處理器爲中央處理單元，外接二台1.2M之軟碟機及單色螢幕，鍵盤等硬體週邊。

(B)溫濕度感應器：以 T 型式之熱藕線作爲感溫材料，而以電子式相對濕度計作爲感濕材料。

(C)類比數位轉換器：

以 DIANACHART 公司出品之 PC-ACQUISTOR 將感應器發出之電壓轉換爲數位訊號，以便電腦截取用。同時該轉換器具有開關鎖（LATCH）能被電腦以高低電壓脈衝之方式啓動或關閉而發出3伏特及0伏特之電壓，藉此電壓可起動或關閉不同電流容量之 SSR ，而達到控制110V或220V之風扇之開關動作。

(D)穩壓不斷電系統：

由於山區電壓較不穩定，容易造成訊號之不穩及電腦之當機，故以1KV之穩壓不斷電系統作爲前三項設備之動力來源。

(E)風扇開關控制器：

以容量220V，20A之 SSR 五個，組合成風扇之控制開關，其動作依據，乃由電腦依現場獲得之環境因子，加以邏輯判斷後，給予類比數位轉換器一脈衝訊號，使其產生一5V或（0V）之電壓起動 SSR ，讓風扇動作或關閉。

(G)系統軟體：

本系統軟體是由 QUICK BASIC 4.0及 MACRO ASSEMBLER 語言配合震漢中文系統使用，可即時以中文顯示感應器之溫度及濕度，並可依使用者之設定而定時儲存資料及控制風扇之開關。資料之貯存以文字檔之型式儲存，可應用 PE2及 LOTUS 等套裝軟體直接將資料分析、顯示、繪圖及列印。

(4)試驗方法

(A)將熱藕線於絕熱室內距頂上及地表各1公尺處之平面上對稱安置各5點，同時在傳統貯藏室之頂部及地表1公尺處也安置熱藕線，以便瞭解溫度在絕緣室內及傳統貯藏室內之溫度分佈情形，做爲日後設計貯藏庫之依據。

(B)在絕熱室內及屋簷下各安置一支溫濕度感應哭，作爲電腦判斷內外溫度之依據，以便依設定控制風扇之開關。

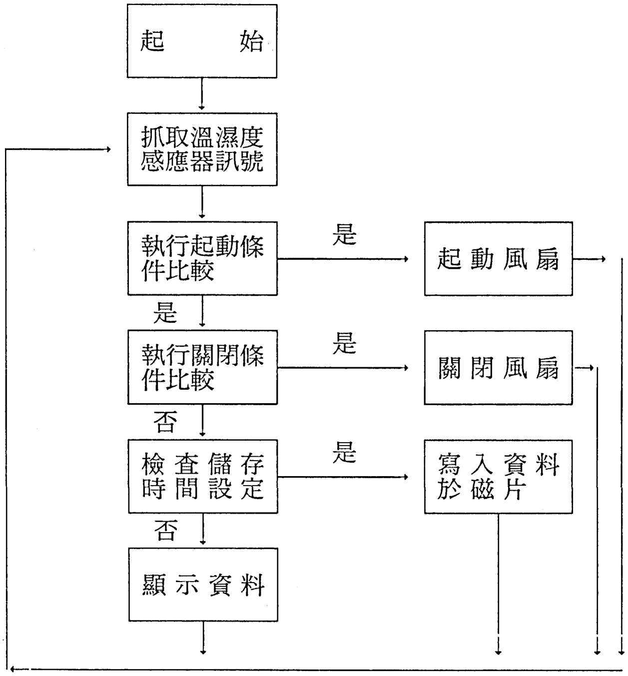
(C)本微處理機通風監控系統之流程圖如圖(一)，爲顧及過於低溫可能造成之寒害及熱藕線本身之誤差，將控制條件設定爲：

a. 起動：大氣溫度小於室內溫度3°C以上時，且其溫度不低於10°C時起動風扇。

b. 關閉：大氣溫度小於室內溫度1°C以內時。

三、試驗結果與討論：

本試驗溫濕度資料之記錄，以每30分鐘爲單位，作全天候之監視、記錄與控制，再利用LOTUS 2.01版套裝軟體將資料由磁片中讀取、整理後，因資料繁多，僅將二月及四月之部份資料以圖型表示，並加以分析如下：



圖(一) 微處理機通風、監控、記錄系統流程

(1)絕緣室內上下單一層面上之溫度分佈：

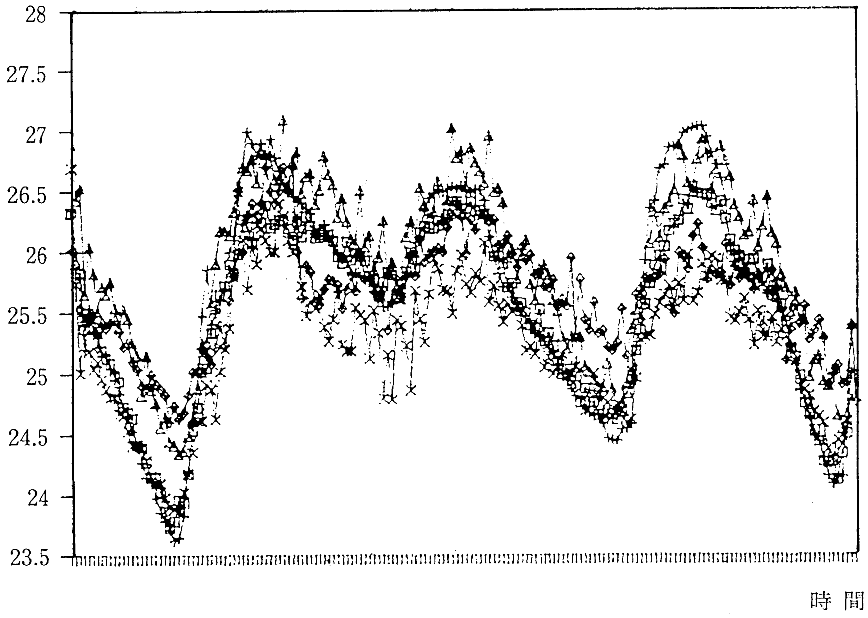
以 T 型熱藕線在絕緣室內上下層感應各5點之溫度，若考慮感應器本身準確度、穩定度之誤差，可將1°C內之變化忽略不計如圖(二)、圖(三)，可知通風絕緣貯藏室內單層面上之溫度是很均勻的。

(2)絕熱室內及傳統貯藏室之上下層溫度分佈：

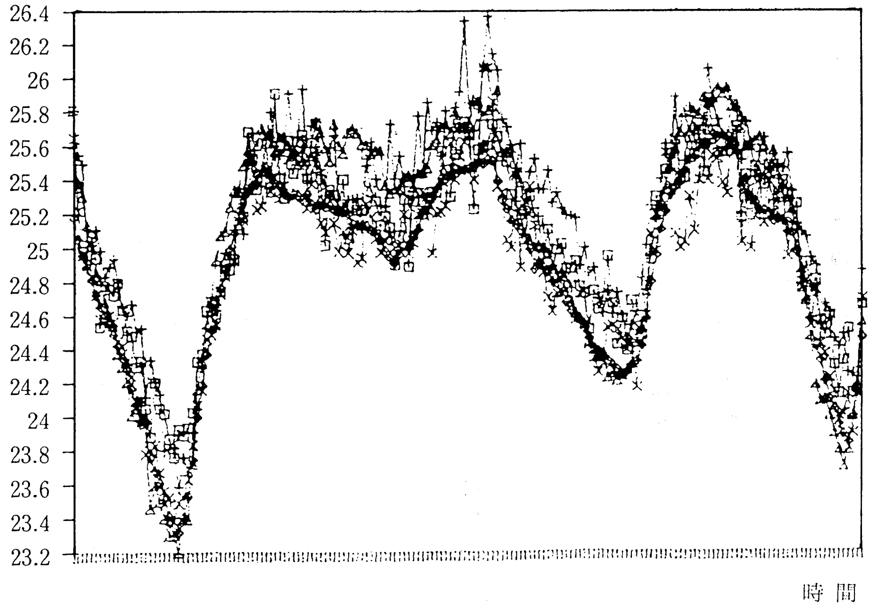
以上下各五點測得溫度之平均值作爲上下溫度之代表值，得知其溫度分佈相當一致（在1°C內），如圖(四)，故在絕緣室內作立體堆積，其上層及下層之溫度應可視爲一致，但是傳統貯藏室之溫度隨大氣溫度之變化而改變，其室內頂部之溫度由於溫室效應之故造成熱累積，致使上下溫差太大（4°C），如圖(五)故不利作立體堆積貯藏，若眞要作立體堆積貯藏，建議其高度應在1.5公尺以下（即離頂部約2公尺處）

(3)絕緣室內及大自然界之溫濕度變化：

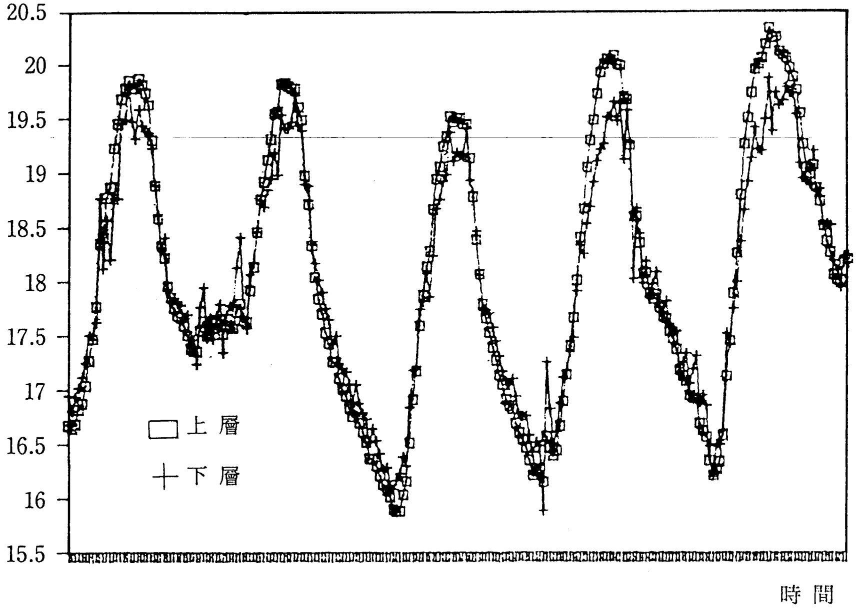
由圖(六)可知在大自然界之日夜溫度差異達12°C左右，而絕緣室內之日夜溫度差異爲4°C左右。且每日維持在略低於大氣最高溫與最低溫間之平均值。而由圖(七)更可知在大自然界日夜之濕度差異高達50%，而絕緣室內日夜濕度差異卻只有20%，且維持在略高於最高與最低濕度間平均值，由前人之試驗可知，[5,6,7]各類果實之貯藏溫度起伏變化愈小愈好，如此可避免品質（糖度、酸度綠蒂）等之惡化，亦可減低腐爛率，而貯藏濕度則要求高濕，以減低果實之脫水，現階段柑桔之貯藏，大都有套袋，其袋內濕度幾乎達100%，應無脫水之慮，但卻常因袋內露水之累積，而造成霉菌之繁殖，較易腐爛，幸好套袋本身可有效防止腐爛之傳染，因此除了改良貯藏環境外，採收時亦應小心避免刺傷果實，貯藏前亦應注重貯藏室之殺菌。



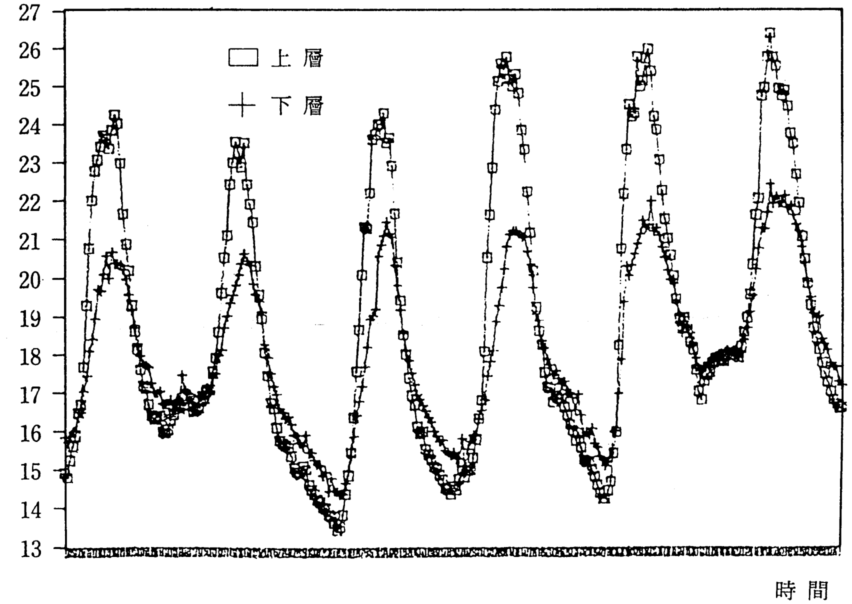
圖(二)　絕緣室內上五點之溫度變化曲線
（每一格代表1／2小時）
（日期：04／12／92）



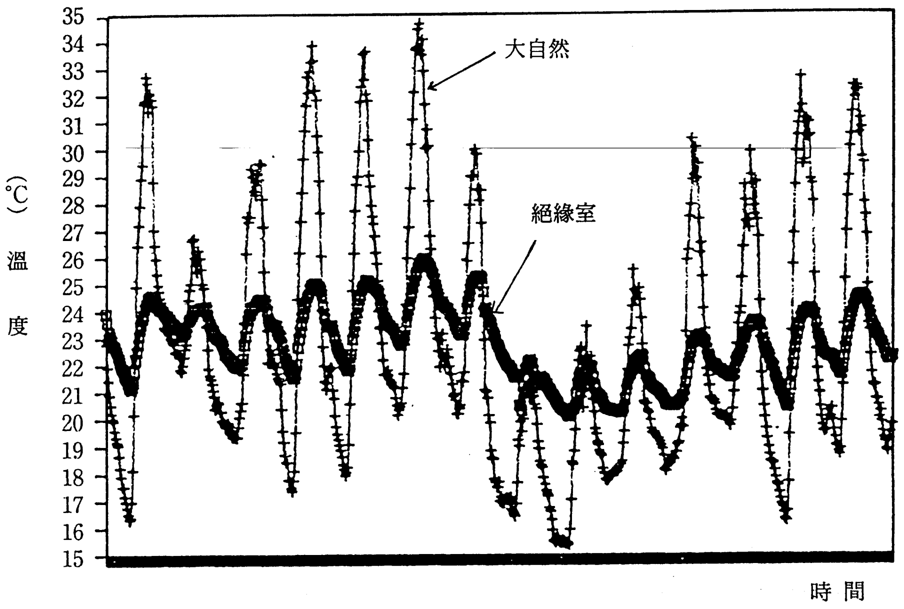
圖(三)　絕緣室內下五點之溫度變化曲線
（每一格代表1／2小時）
（日期：04／12／92）



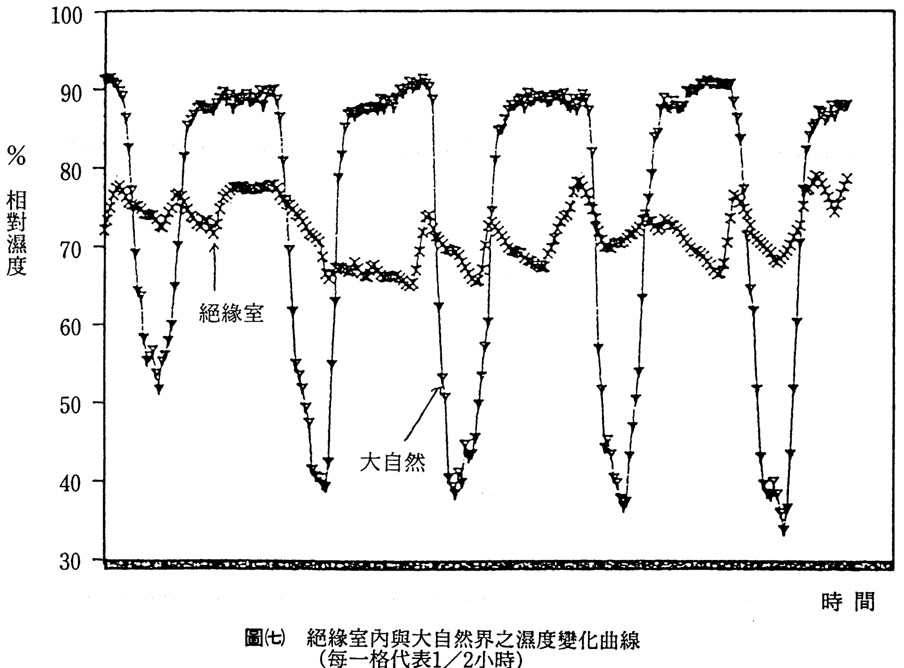
圖四 絕緣室內上下之溫度變化曲線
(每一格代表1／2小時)
(日期：04／12／92)



圖五 絕緣室內上下之溫度變化曲線
(每一格代表1／2小時)
(日期：04／12／92)



圖(六) 絕緣室內與大自然界之溫度變化曲線
(每一格代表1／2小時)
(日期：04／12／92)



圖(七) 絕緣室內與大自然界之濕度變化曲線
(每一格代表1／2小時)
(日期：04／12／92)

(4)絕緣室及傳統室柑桔貯藏品質之比較：

以下資料為本所園藝系，配合本改良式貯藏庫所作之柑桔貯藏品質測定，同時將同批採收之柑桔貯藏於傳統式貯藏室，並測定其品質之變化，其貯藏品質之比較列示如下：

果 腐 率

	0 個 月	1 個 月	2 個 月	3 個 月	4 個 月
絕緣室	0.0	1.5	1.1	3.3	4.4
傳統室	0.0	0.0	1.9	6.4	8.9

糖 度

	0 個 月	1 個 月	2 個 月	3 個 月	4 個 月
絕緣室	13.0	12.9	12.9	13.0	12.5
傳統室	13.1	12.8	12.8	12.5	11.9

酸 度

	0 個 月	1 個 月	2 個 月	3 個 月	4 個 月
絕緣室	0.73	0.70	0.59	0.54	0.47
傳統室	0.74	0.68	0.60	0.59	0.47

綠 蒂 率

	0 個 月	1 個 月	2 個 月	3 個 月	4 個 月
絕緣室	100.0	64.3	64.5	52.8	43.9
傳統室	98.8	66.7	62.0	52.9	40.9

由上可知，絕緣室之果腐率在貯藏4個月後約為傳統貯藏室之一半，而糖度與綠蒂率則略佳，酸度則相同。

(五)改良式柑桔貯藏庫之設計原理及例題：

由上述分析可知，具通風控制之絕緣貯藏室可達到溫濕度較易維持穩定且可低溫高濕，可作為未來柑農建造或改良柑桔貯藏庫之範本，因此以貯存量約5萬公斤之容量來設計一實用之柑桔貯藏庫。

(A)貯藏庫容量與堆積方式之設計：

由前人之試驗中知，在箱籠式之通風貯藏裡，作物堆積厚度以不超過1公尺為佳，而未通風者，以不超過0.5公尺為佳。正好現今農民大量使用之塑膠籠，其長、寬、高為47、37、33（cm），皆在此限度內，只要加以排列組合，即可符合通風貯藏之堆積厚度。因此本試驗之排列方式以立體堆積，且以2個籠子並排為1列，而中間配以通風管之方式排列，只要知道地基尺寸，即可

計算出排幾列、每列幾排、每排堆積幾籠，進而算出貯藏室之高度、風扇規格及數目及排氣口之數目。

參數定義：將組合貯藏庫所需之參數，依實際狀況詳列如下，並將現場已知參數以例題之方式列出，再加以演算，其過程如下：

膠籠之長、寬、高：ＰＬ、ＰＷ、ＰＨ
例如………………………… 47、37、22（cm）
入風管口徑：ＰＩ
例如………………………… 6cm
塑膠籠容重量：ＰＣ
例如………………………… 30公斤
總貯藏量：ＴＣ
例如………………………… 50000公斤
行走工作間距：ＷＳ
例如………………………… 100cm
頂部預留間距：ＴＳ
例如………………………… 100cm
貯藏室長、寬、高：Ｌ、Ｗ、Ｈ（cm）
例如………………………… 1600、800、Ｈ
列數：Ｃ
排數：Ｒ
堆積數：Ｉ

計算式：依上列14個參數中，可找出4個相關方程式，若欲使其成爲有解，必需再找出10個參數方可，若無法找齊參數值，可盡量找出參數值或邊界條件，再以嘗試錯誤法（Trial & Error Method）及線性迴歸（Linear regression）等分析方法來解出未知參數。

總貯藏量≦列數＊排數＊堆積數＊塑膠籠容重量＊2 ……………………(1)
50000≦Ｃ＊Ｒ＊Ｉ＊30＊2
貯藏室長度≧列數＊（2＊塑膠籠長度＋入風管口徑＋100）＋100 ……………………(2)
1600≧Ｃ＊（2＊47＋6＋100）＋100
貯藏室寬度≧排數＊塑膠籠寬度＋100 ……………………(3)
800≧Ｒ＊37＋100
貯藏室高度≧堆積數＊塑膠籠高度＋100 ……………………(4)
Ｈ≧Ｉ＊22＋100

由上演算出 Ｃ≦7.5
Ｃ≦7.5
Ｒ≦18.9
Ｉ≧5000／（6＊Ｃ＊Ｒ）
若以 Ｃ＝7，Ｒ＝15
則 Ｉ≧7.9
Ｉ＝8
則 Ｈ≧8＊22＋100
≧296

H＝300

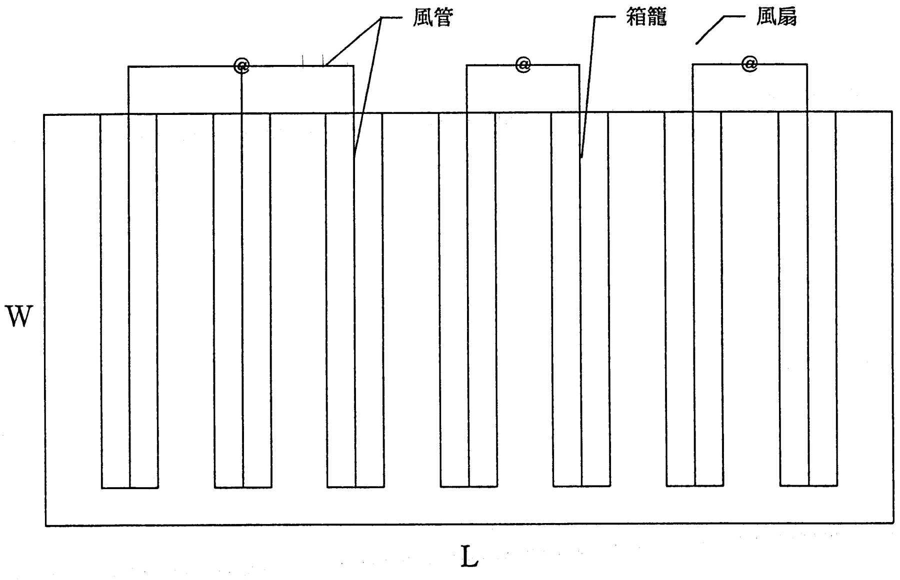
將C＝7 代回（2）式可得 L＝1500（cm）

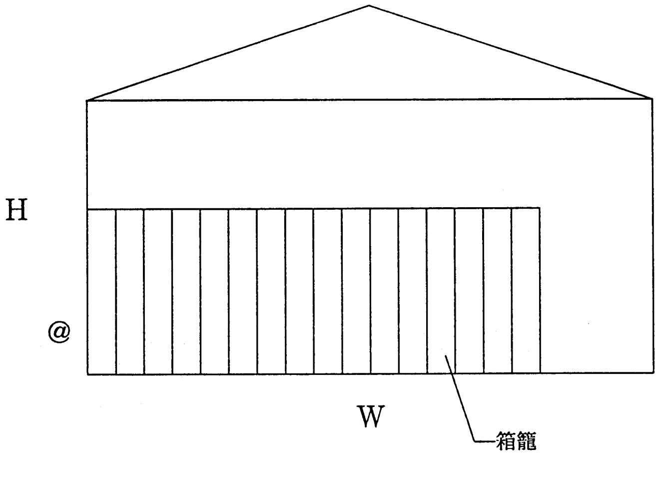
將R＝15 代回（3）式可得 W＝655（cm）

因此可知在上述參數條件下，貯藏室之長、寬、高爲1500、655、300（cm），故體積爲295立方米。

(B)通風系統之設計：

由於貯藏室內熱能之來源，除氣體之對流、四周之傳導外，尙有柑桔及其它生物所產生之熱能，必需利用夜間之冷空氣將室內之熱氣代換，其代換速率是愈快愈好，但由於山上電力供應之限制（只有30A，110V或200V），因此只能供應之限制使用1馬力三相馬達之風扇3台，約可提供每分鐘300立方米之通風量，將冷空氣透過組合式風管送至柑桔貯藏處，其排列方式如下圖：





四、結論與建議：

(1)利用微處理機、溫濕度感應器、訊號轉換器及機電控制裝置，將柑桔貯藏需求與系統軟體結合，可以自動監視、記錄及控制貯藏室內之溫濕度。此系統亦適用於各類自動監控之試驗與應用。

(2)利用絕緣材料將傳統貯藏室隔絕，以及風扇之控制，可使溫濕度之起伏變化大幅減小。

(3)未來農民使用時，爲簡化操作程序可利用下列二種方式達到通風控制之目地：

(A)定時開關控制：於每日18時，24時及零晨4時各以風扇通風10分鐘即可。

(B)內外溫差控制：利用工業界已在使用之溫差控制低於內部溫度3°C時起動風扇。

這種作法可使成本降低，簡化操作，但無法記錄貯藏過程溫濕度之變化。

(4)爲減少貯藏後果實之腐爛，應注意採收時不可刺傷果皮，藥劑處理及套袋時亦應小心，盡量減少碰傷。

(5)於貯藏前，應將貯藏室作徹底消毒，以減低因霉菌感染而加速腐爛之形成，消毒時應將四周緊閉，若要節省成本，只需將肥皀粉泡水噴入室內及可。

參考文獻：

1. 林學正、黃肇家、鐘玉燕　1983　柑桔伸縮膜包裝貯藏之研究（一）。中國園藝　29（2）：120—131

2. 陳志宏、蔡疇、林學正　1977　柑桔採收與貯藏手册（第二版）

3. 臺聚簡訊：1981，PE　與　EVA 在包裝上的正確使用方法。166：2—3.

4. 賴建洲、馮丁樹　1988　玉米穗常溫自然及通風乾燥方式之研究，中國農業工程學報。35（1）：16—27.

5. Eaks, I. L. 1961. Effect of temperature and handling period on some physical and chemical charactistics of lemon fruits. Food sci. 26：539.

6. Eckert, S. W. and M. J. Koldezen. 1970 Fumigation of fruits with2-aminobutane to control certain postharvest disease. Phytopathology 60（3）：544—550.

7. Soule, J. W., W. Grierson and J. G. Blair. 1967. Quality test for citrus fruit. Circular 315, Agri. Ext. Ser., Ifas Univ. of Florida.

The application of Micro processor in Agriculture(一) ——Studies on the Improvement of citrus storage[1]

C.C. Lai[2]

Summary

Micro Processor and Temperature/humidity sensors are used to control fan' s on/off. The fan depend on setted condition push cooler air into insulated storage house of citrus. It can keep insulated storage house' s temperature and humidity to be more stable and less difference of day and night temperature (4°C) /humidity (20%) . Such storage enviroment can improve storage quality and extend storage duration of citrus.

Key Words : Storage Room, Environmental Control System.

1. Contribution No. 1648 from the Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant researcher, Department of agriculture engineering, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 413, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）41(4)：425～434（1992）

果樹樹型整修機械之研究[1]

陸龍虎　梁連勝　蔡致榮　鄧永興[2]

摘要：本研究旨在研發果樹樹型整修作業機械，以進行荔枝、龍眼、芒果、棗子等果樹經側引後之三層截頂角錐式之樹架的整枝與矮化工作，以減少整枝修剪工時與便於日後之管理、收穫，提高水果品質、產量與果農收益，促進本省果園邁入科學管理之領域。本機之設計係將所需之樹架（底層距地高爲60公尺，徑寬2公尺，每層間距60公分，頂徑寬1公尺，樹高1.8公尺以下）一次修剪成型，目前已完成三層式整枝機構及相關配件之設計研製，該雛型機經室內運轉試車良好，並以切斷速度比（k）1.86，即0.36m/s 之行走速度，0.67m/s 之切刀往復速度，進行田間作業試驗，經觀察結果，作業功能符合原設計要求，作業時對果樹枝條的傷害程度，據初步調查，尙未造成不適用之現象，唯需重複進行田間作業試驗與相關調查分析。

關鍵詞：果樹・樹型・整修機械

荔枝、龍眼、芒果及棗子等爲本省主要亞熱帶果樹，目前之總栽培面積，已高達四萬七仟餘公頃，因稻田轉作其分佈已由緩坡逐漸向平地延伸；該類果樹目前仍具發展潛力，但果樹之經營一直停留在早期之粗放式管理，對樹型之管理、整修與矮化及衍生之管理方法，果農疏於慮及，泰半仍沿用傳統之圓弧形樹冠；致樹型高大，果樹管理不易，收穫時需借助昇降機具，衍生收穫費時與成本高等瓶頸，無形中在僱工日益困難之農村投入另一難解之變數。其中單就荔枝之栽培管理技術而言，即使經由荔枝栽培基本研究結果中[(3)]，窺知經強剪之荔枝，若能適時控制過剩的營養生長，可以穩定開花及結果，且因果樹之採光率較傳統弧形樹型者爲高，致品質遠優於未整修者，但對這矮化修剪及管理方式，果農中能確實遂行者爲數並不多，龍眼、芒果及棗子等果樹亦然；但因目前無適用之整枝修剪機械可資引用，部份經營仍以人工利用剪定鋏、鋸子等進行樹型之簡單修整作業，每公頃計約需120～200工時，既費時且效率偏低，樹型亦無從加以確定。爲建立荔枝等果樹園科學化管理技術，以減少整枝修剪工時與成本支出，增加單位面積收益，勢需配合樹型整修栽培技術與整修作業機械之開發，方克竟全功。

材料與方法

一、整修機械之規劃、設計與研製

整修機械之規劃、設計工作係利用農地搬運車爲承載底盤並提供作業時所需之動力；配合樹架規劃，並因應作業角度、高度之需求，開發設計一次成型之整修機構，使該機具有截頂、側面及層間整修之功能。該機之作業方式，以沿行間進行整修，每一作業行程完成相鄰兩行各半行之側面整修工作。

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1649 號。本研究承行政院農業委員會補助（81一農建12.1一糧一26(13)得以完成，謹此致謝。
2. 本所農業工程系助理、研究員兼主任、助理研究員及鳳山分所助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

二、樹型之先期規劃與枝幹誘引

㈠設置試驗果樹園，新植供試用荔枝、芒果、龍眼及棗子等果樹，於幼枝生長期，配合未來作業需要，進行具有六十公分固定層間，枝條在水平方向錯開之單幹誘引作業，使樹型在整修深剪前先具一致之雛型樹架與模式。

㈡樹型管理

在試驗果園中，樹架以三層側引截頂角錐式進行規劃，底層距地高為六十公分，徑寬二公尺；頂層徑寬一公尺，樹高1.8公尺。每層單幹誘引之角度全園力求一致，以符合機械作業需求；誘引方向沿栽培行向離主幹兩側，至少各十公分範圍內無側枝為原則。同時配合現代化果園經營模式，設置果園自動化滴灌與施肥設施，以建立現代化果園經營體系。

結果與討論

本機之規劃如圖1及圖2所示，全機規格為長2,535公厘，高2,015公厘，寬3,200公厘；本機包括動力部、變速箱、行走部、轉向裝置、制動裝置、主離合器與整枝機構及其傳動系統，整枝機構之操控裝置與其相關配備。

一、本機主體機構之規劃

以伍氏自走式噴霧車原有之動力，變速箱、行走部、轉向裝置、制動裝置、主離合器為本機之主體機構。其規格型式如下：

㈠動力部：永盛牌 JS80C—8HP/2200r.p.m，四行程電動啓動或手搖起動兩用柴油引擎。

㈡動力傳動方式：皮帶傳動式。

㈢行走部：前、後輪胎規格分別為16x6.50—8及19x8.00—10，前、後輪之輪距／軸距（cm），為82及75/116，行走速度為前進二檔（2km/hr，5.76km/hr），及後退一檔（1.3km/hr），

圖1 果樹樹型整修雛型機

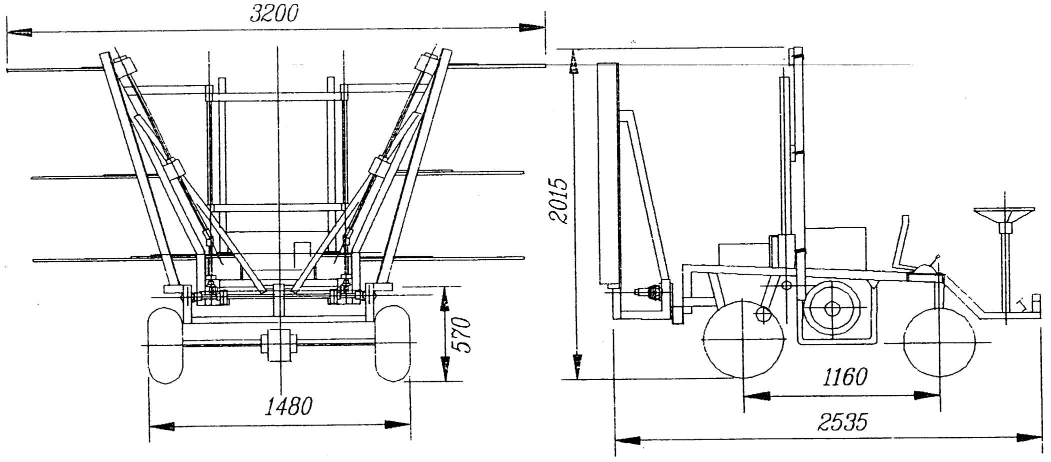


圖2 果樹樹型整修機略圖

最小轉彎半徑2.5m。

㈣轉向裝置：圓形方向盤（前輪轉向）。

㈤制動裝置：脚剎車；前輪及變速箱（機械內張式）手剎車；變速箱（機械內張式）。

㈥主離合器：張力皮帶式。

二、整枝機構及相關配備之設計與研製

㈠側整枝機架之研製：

如圖3所示，於ϕ35xL53（內攻5/8吋螺牙）之圓鐵上焊製整枝刀座之固定板（長 x 寬 x 厚爲560x50x9公厘）左右各一，其上攻製兩處1/2吋牙孔以供刀座固定按裝用，轉軸支點（螺牙中心）距地570公厘，固定板焊製時向外傾13度。

㈡三層水平整枝機架研製：

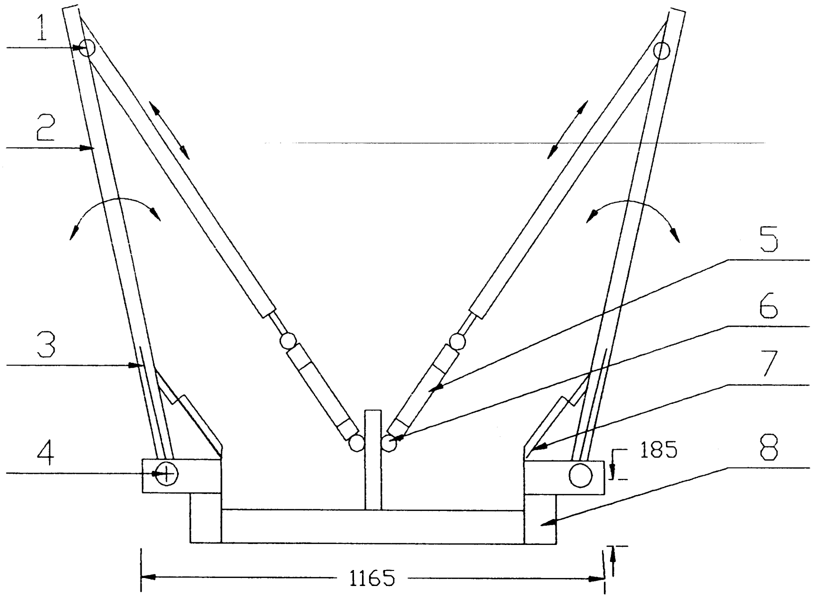
如圖4所示於50公厘之方形管（厚4公厘）上左右各焊製上、中、下三層，整枝刀座之固定板（長 x 寬 x 高爲560x50x9）其上攻製兩處1/2吋牙孔以供刀座固定安裝用，下層固定板距地面700公厘，各層之間隔爲600公厘，固定板與水平線向下傾斜成13度。

㈢刀具規劃：

本機整枝機構之刀具採用一般水稻聯合收穫機用割刀，刀鋒均呈鋸齒形，刀片寬50公厘，刀具計有側整枝刀具左右各一組，長1,450公厘，由承刀（固定刃）29片，切刀（活動刃）28片組成，承刀固定於刀座上，切刀固定於切刀固定桿上，切刀固定桿由曲柄傳動臂啓動後做往復運動；與三層水平整枝刀具左右各一組，每一組分上中下三層共六組刀具；上層長600公厘，由承刀12片，切刀12片組成；中層長700公厘，由承刀14片，切刀13片組成；及下層長850公厘，由承刀17片，切刀16片組成，其固定方式與側整枝刀具相同。

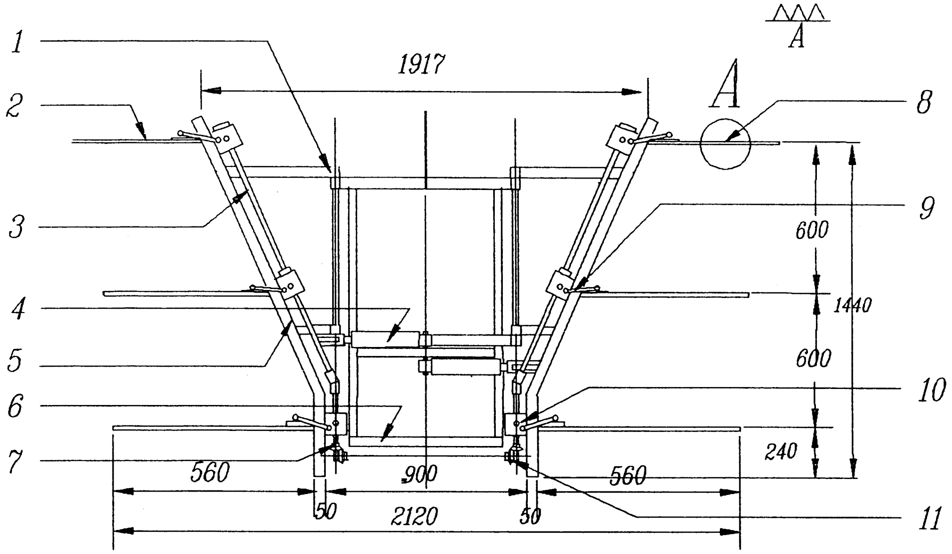
㈣切刀驅動裝置

本機之切刀驅動裝置採用（偏心式）曲柄連桿傳動裝置[1]。如圖4所示曲柄軸動力來自各組切刀之傘形齒輪（模數＝2.5，主、從動傘形齒輪齒數爲21齒），活動刃（切刀之行程S＝50公厘），活動刃每分鐘之往復次數爲400。



1. 上迴轉點
2. 刀座
3. 刀座固定板
4. 轉軸支架
5. 油壓缸
6. 動支點
7. 曲柄連桿
8. 機架

圖3 側整枝機構（請參照圖2）



1. 轉軸中心
2. 刀座固定板
3. 轉動軸
4. 油壓缸
5. 50MM 方形管
6. 主機架
7. 止推軸承架
8. 切刀
9. 曲柄連桿裝置
10. 傘形齒輪箱
11. 驅動傘形齒輪組

圖4 水平三層整枝機構（請參照圖2）

㈤整枝機構之伸縮控制裝置

1. 側整枝機構之伸縮控制裝置

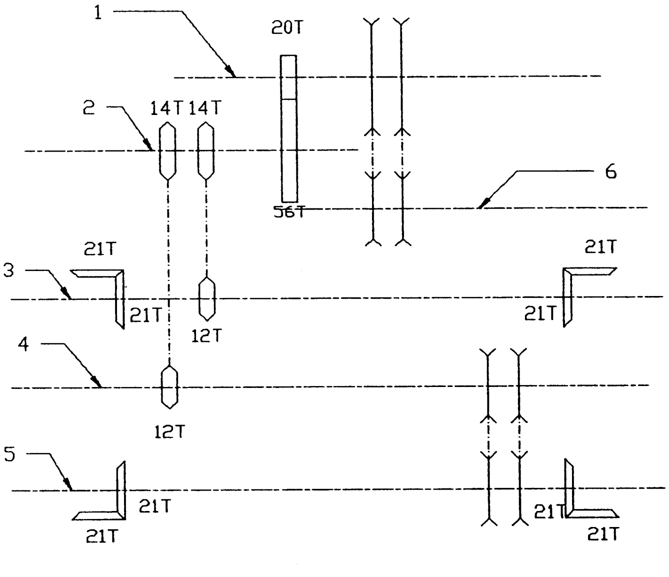
如圖3所示，刀座固定板安裝於轉軸活動支點，並於刀座之末端研製一共線之上迴轉中心，藉由一32公厘方形管與油壓缸之 Y 型接頭連接，並將油壓缸底座安裝於機架活動支點上，利用油壓電氣控制裝置操控感應型之油壓缸（CAϕ40x260）以進行側整枝機構之左右向伸縮，以便田間頭地轉彎或任意調整修剪樹枝之範圍。

2. 三層水平整枝機構之伸縮控制裝置

如圖4所示於三層水平整枝機架之上、中、下層各按裝一傘形齒輪箱（M＝2.5，T＝21齒）並於下層傘形齒輪箱之上下各按裝一平面止推軸承架，軸承架焊製於主機架上並以下層傘形齒輪箱之中心軸及平面止推軸承之垂直中心線爲轉軸支點藉油電控制操控感應型之油壓缸（CAϕ32×60公厘），以進行三層水平整枝機構之伸縮，以便田間頭地轉彎或免於整枝時刀具觸傷果樹主幹或撞傷刀具。

㈥整枝機構之傳動系統

如圖5所示，動力（8Hp/2200R.P.M.）由引擎軸上之三吋 B 型雙槽皮帶輪，藉由 B 型47吋三角皮帶傳至第一軸之六吋 B 型雙槽皮帶輪上，且於此兩皮帶輪間安裝一張力皮帶輪做爲整枝刀具之離合器；並經由第一軸上之20齒正齒輪（M＝3）與第二軸上之56齒正齒輪（M＝3）嚙合將動力傳至第二軸，再由第二軸上14齒（60＃）鏈輪經由鏈條（60＃）及12齒鏈輪帶動整枝驅動中繼軸，並於驅動中繼軸左右兩端各裝置一組傘形齒輪（21齒、M＝2.5）以驅動上、中、下三層之各組刀具的傘形齒輪箱（21齒、M＝2.5）並經由曲柄連桿帶動三層水平之整枝刀具。另外，藉由第二軸上之另一14齒鏈輪（60＃）與第三軸上12齒之鏈輪（60＃）帶動第



1. 引擎軸　4. 第三軸
2. 第一軸　5. 整枝第一驅動中繼軸
3. 第二軸　6. 整枝第二驅動中繼軸

圖5　傳動系統

三軸，且第三軸上按裝三吋 B 型三角皮帶輪（B 型雙槽）藉由 B 型56吋三角皮帶及另一三吋 B 三角皮帶輪帶動側整枝驅動中繼軸二於此軸兩端按裝傘形齒輪（M＝2.5）經由曲柄連桿帶動側整枝構。

(七)控制裝置

此裝置由一組輕巧之油壓動力單元，包括直流電動馬達（12V），油壓泵浦（每轉一 C. C ，最大流量每分鐘8公升），溢流閥，過濾器，油箱等、並於迴路中按裝油路板，止回閥，電磁閥，單向節流閥及感應型油壓缸，藉由油壓電氣控制箱進行操控其迴路圖如圖6所示。

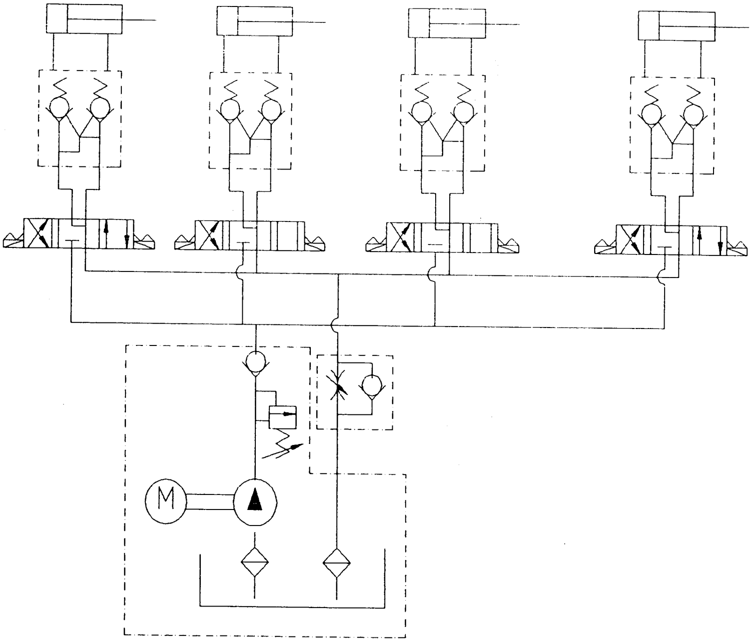


圖6 油壓控制迴路

三、田間作業試驗

本機研製完成後經室內試車，運轉調適後，前往鳳山園藝分所之荔枝園進行整枝作業試驗，其作業情形如圖7所示，作業速度設定爲每秒0.57公尺，切刀往復平均速度 V＝S.N/30(4)＝0.67公尺／秒，S＝切刀之行程，N＝切刀每分鐘之往復數，而 K（切斷速度比）[4]＝切刀往復平均速度／行進速度＝0.67/0.57＝1.18，然据實際整枝作業觀察發現以每秒0.57公尺之行進速度進行整枝作業，操作者反應須相當靈活快速，否則難以控制好樹型，且果園之地面平整與否亦關係本機之整枝性能的發揮。據前人研究 K 值介於1.2～2.4爲最適當[1]；因此，研製變更變速箱之驅動皮帶輪之輪徑使行進速度減慢爲每秒0.36公尺，切刀往復平均速度仍維持每秒0.67公尺（極限速度每秒1.9公尺）[2]以便增加 K 值成爲1.86使其介於最適當值範圍內，並於本所進行一般樹枝之修剪結果尚稱良好，其整枝枝條之切口如圖8所示。

結論與建議

本研究雖已研製完成一果樹樹型整修之雛型機，但該整修機械之使用，尚須配合樹型之規劃與枝幹之誘引管理，故本機之實際效益仍有待完成更多的田間試驗與相關調查，方能確定；然在我們所作

圖7　田間整修作業

圖8　整修後枝條切口

初步作業試驗觀察中，我們獲得了一些有利今後研究參考之訊息。

一、研製完成之雛形機及相關零組件之結構強度，於田間作業時未有任何斷裂或鬆脫。

二、整枝機構作業功能符合原設計之目標，經整修後之枝條的生長尚未發現有不良之影響。

三、本機之設計關鍵在於整枝機構之修剪作業，故如何得到最佳之修剪性能，其切刀往復速度及行進作業速度，與兩者之比值（切斷速度比）爲主要考慮因素，經實際作業觀察發現，行進作業速度不宜高於每秒0.36公尺，切刀往復速度每秒0.67公尺即可。切斷速度比（K）爲1.86，介於1.2～2.4。

四、本機之規劃目標即將所須之樹架一次修剪成型，節省修剪工時，然果園之地面須保持平整，才能發揮本機應有之作業性能。

五、三層水平整枝機構作左、右對稱之按排，振動可減至最低，然側整枝機構之振動仍有待加以改進。

六、整枝機構之伸縮裝置採用油壓電控方式操控，便於頭地轉彎及調整修剪範圍。

參考文獻

1. 彭添松，陳勝生・1981・水稻聯合收穫機收割機構之改良研究・農業工程學報。p26，p28。

2. 黃淸旺・1987・履帶式青飼收穫機之研究。農業工程學報・p72・

3. 鄧永興・1990・玉荷包荔枝之栽培管理臺灣省農業試驗所技術服務第一卷第三期　p25—26。

4. 江崎春雄・1970・バインダとコソバイソ農業圖書株式會社・p153，p155・

Study on The Pruning Implement of Subtropical Fruit Tree[1]

L.H. Lu, L.S. Liang, T.R. Tsai[2] and Y.H. Teng[3]

Summary

There is a challenge to develop a pruning machine to shape the fruit tree frame work as a top flatted cone with three layers to dwarf the frame work. The spacing between each layer is sixty cm. It will make the advantage of easy to cultivating and handling. The upper layer has one meter in diameter and the lower layer is two meter, respectively. The machine will form the frame work through one operation with a cutting speed of 0.67m/s respect to 0.36 m/s working speed. Because of the field trail, the performance of the machine can meet the demand and the damage rate does not affect the growth of the tree.

key Words : Fruit Tree, Pruning Implement

---

1. Contribution No. 1649 from The Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant, Head and Senior Engineer, Specialist, Department of Agricultural Engineering, TARI, Wu-feng, Taichung, Taiwan 413, ROC.
3. Assistant Horticulturist, Department of Tropical Horticulture, Feng-shan Hor. Experiment Station, Feng-shan, Kao-hsung, Taiwan, ROC.

中華農業研究

第四十一卷　目　次

王武彰—番石榴採收時期果實品質影響之研究 ……261

王昭月、劉新裕——不同山藥（*Dioscorea alata* L.）品系塊莖之貯藏研究 ……159

王昭月、賴永昌、譚增偉、劉新裕—山藥之生產促進及省工栽培研究……43

王清玲、林鳳琪—黃色粘板誘捕非洲菊斑潛蠅（*Liriomyza trifolii*（Burgess））之效果測定 ……61

余志儒、陳健忠、周樑鎰—田間釋放玉米螟赤眼卵蜂（*Trichogramma ostriniae*）防治亞洲玉米螟（*Ostrinia furnacalis*）效果 ……295

呂秀英、呂椿棠、陳正昌—稉稻產量構成要素及農藝性狀對產量穩定性之影響 ……317

杜金池、謝廷芳、蔡武雄—利用合成土壤添加物防治百合白絹病之研究 ……280

林瑞松—環氨基丙烷羧酸及益收素對試管內蝴蝶蘭苗之生理影響（英文） ……178

邱善美、呂秀英、胡敏夫—鐘麻品種特性調查及產量性狀間之相關研究 ……349

施昭彰、向爲民—不同時期的乾旱處理對梨樹枝梢生長之影響 ……357

紀海珊、葉常青—香水百合莖頂培養之大量繁殖 ……169

胡敏夫、王昭月、劉慧瑛—臺灣主要山葯品種（系）間之品質分析比較……34

徐原田、劉新裕—麥門冬（Ophiopogon spp.）品系間生長特性、產量及品質之比較 ……53

張富洲、楊純明—香附子與殘株對玉米之相剋效應II.雜草植株殘留物對玉米幼苗出土率及幼苗生長之影響（英文） ……9

張富洲、劉大江—水稻分蘖之生理研究V.穀粒充實期間氮含量變化與產量之關係……311

梁連勝、顏秀榮、蔡致榮、陸龍虎—落花生聯合收穫機之改良試驗 ……405

連　深、陳琦玲—旱田土壤中尿素肥料之轉化 ……187

陳加忠—農用日照計之性能評估 ……216

陳加忠、曹之祖—稻穀平衡相對濕度物性影響因子之研究 ……201

陳加忠、曹之祖—相對濕度計標準校正裝置之製作試驗 ……371

陳加忠、陳志昇—遮蔭裝置對溫室微氣候影響之研究 ……382

陳加忠、賴建洲、陳志昇、黃照明—溫室環境模式之研究I.數學模式分析 ……79

陳加忠、賴建洲、陳志昇、黃照明—溫室環境模式之研究II.模式驗證與應用 ……90

陸龍虎、梁連勝、蔡致榮、鄧永興—果樹樹型整修機械之研究 ……425

曾東海、陳正昌、陳治官—回交次數對稉秈稻雜種後裔稔實率及株高與育種選拔效率之影響 ……115

楊一郎—梨次病毒之瓜苗檢定（簡報） ……276

楊金興、曹文隆、鄭耀星—落花生早期世代全互交分析之研究 ……338

楊純明、向爲民—玉米生長與產量對土壤缺水之反應(1)營養生長期缺水及灌水恢復對生長之影響（英文） ……132

楊純明、張富洲、白麗花、洪秀寶—巴拉刈及喜磷塞噴施期和噴施法對玉米生長與產量之影響（英文） ……241

詹國連、林順福、魏趨開、黃惠娟—大豆種源之莢長及莢寬之變異與其相關性狀之研究……24

趙政男—氣候環境與成熟期對水稻胴割粒之影響 ……225

劉新裕、王昭月、徐原田、段中漢—山藥台農一號之育成 ……140

歐錫坤—臺灣本地種桃樹的低溫需求量評估 ……251

鄭慶生—陡坡地芒果園百喜草覆蓋及敷蓋之研究……70

鄧汀欽、曹幸之、蔡淑娓、黃秋雄、曾明懋—免疫酵素分析測定臺灣馬鈴薯病毒之發生與優良品系之抗Y病毒反應 ……361

盧煌勝、何千里、謝光照—玉米族群 ETO Illinois 之遺傳變異與產量潛力 ……331

賴建洲—微處理機在農業上之應用(一)柑桔貯藏庫之改良研究 ……414
謝光照、盧煌勝—密度處理對不同粒型玉米青割及子粒產量之影響 ……233
謝光照、盧煌勝、何千里、林維和、楊嘉凌、陳振耕、鄭書杏、簡文憲—氮肥用量及栽培密度對青割玉米產量之影響 ……1
鍾志明—愛玉單倍結果誘導 ……271

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

Contents of Volume 41, 1992

C.C.Chen—Testing and Evaluating of the Performance of Agricultural Pyranometer ········ 216

C.C.Chen & C.T.Tsao—Studies of Effect Factors on Equilibrium Relative Humidity of Rice Products ········ 201

C.C.Chen & C.T.Tsao—Development and Test of a Standard Calibration Device for Relative Humidity Sensors ········ 371

C.C.Chen, C.C.Lai, C.S.Chen & C.M.Huang—The Studies of the Greenhouse Environmental Model Part I. Mathematical Model Analysis ········ 79

C.C.Chen, C.C.Lai, C.S.Chen & C.M.Huang—The Studies of the Greenhouse Environmental Model Part II. Verification and Application of Model ········ 90

C.C.Chen & C.S.Chen—Study on the Effect of Greenhouse Temperature for Shading equipment ········ 382

C.C.Lai—The application of Micro processor in Agriculture (—) Studies on the Improvement of citrus storage ········ 414

C.C.Tu, T.F.Hsieh & W.H.Tsai—Studies on Control of Lily Southern Blight by Application of Soil Amendments ········ 280

C.L.Wang & F.C.Lin—Trapping efficiency of yellow sticky cards for the serpentine leafminer, *Liriomyza trifolii* (Burgess) on gerbera ········ 61

C.M.Yang & W.M.Hsiang—Growth and Reproduction of Maize (*Zea mays* L. cv. Tainung No.1) Response to Soil Water Deficits I. Changes of Growth When Stress and Rocovery Occurring at the Vegetative Stage in the Controlled Environment ········ 132

C.M.Yang, F.C.Chang, L.H.Pai & H.P.Horng—Effects of shielded spray of paraquat and glyphosate on the growth and yield of corn (*Zea mays* L.) ········ 241

C.N.Chao—Effect of climatic environment and ripening stage on the cracked kernel of rice ········ 225

C.S.Cheng—Study on Bahia Grass Covering and Mulching for Mango Orchards on Steep Slopeland ········ 70

F.C.Chang & C.M.Yang—Allelopathic Potential of Purple Nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) and Barnyardgrass (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.) on Corn (*Zea mays* L. cv. Tainung No. 1) II. Weed residue Effects on Corn Emergence and Seedling Growth ········ 9

F.C.Chang & D.J.Liu—Physiological Studies of Rice Tillers. V.Changes in N Contents during Grain-Filling in Relation to Grain Yield ········ 311

G.J.Shieh & H.S.Lu—Effects of plant density on forage and grain yield of maize with different kernel types ········ 233

G.L.Shieh, H,S.Lu, C.L.Ho,...etc.—Effects of N-fertilizer and Planting Density on the Yield of Forage Maize ········ 1

H.S.GI & J.Y.Hsu—Mass Propagation of Oriental Lily "Casa Blanca" by Shoot Tip Culture ········ 169

H.S.Lu, C.L.Ho & G.J.Shieh—Genetic Variation and Yield Potential of Maize Population ETO Illinois ······331
H.Y.Lu, C.T.Lu & C.C.Chen—Effects of Yield Components and Agronomic Traits on Yield Stability of Japonica Rice ······317
I.L.Yang—Detection of pear viroids by cucumber assay (Research Note) ······276
J.C.Shih & W.M.Hsiang—Influence of Soil Water Status Treatment at Various Stages on Shoot Growth in Pear Trees ······357
J.Y.Wang & S.Y.Liu—Studies on the Tuber Storage of Three Yam (*Dioscorea alata* L.) Genotypes ······159
J.Y.Wang, Y.C.Lai, T.W.Tan & S.Y.Liu—Studies on the Production Improvement and Labour Saving Technique of Yam (*Dioscorea alata* L.) ······43
J.Z.Yu, C.C.Chen & L.Y.Chou—Assesment of field releases of *Trichogramma ostriniae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) for the control of the Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Lepidoptera:Pyralidae) ······295
K.H.Yang, W.L.Tsaur & Y.S.Cheng—Evaluation of Early Generation Diallel Analysis in Peanuts ······338
K.L.Chan, S.F.Lin, C.K.Wei & H.J.Hung—Studies on the Variability of Pod Length, Pod Width and Correlative Characters in Soybean Germplasm ······24
L.H.Lu, L.S.Liang, T.R.Tsai & Y.H.Teng—Study on The Prunning Implement of Subtropical Fruit Tree ······425
L.S.Liang, S.R.Yen, J.R.Tsay & L.H.Lu—The Improvement of TARI Peanut Harvester ······405
M.F.Hu, J.Y.Wan & F.I.Liu—Evaluation of the Quality on Rhizomes among Major Cultural Wasabi Varieties in Taiwan ······34
R.S.Lin—The physiological influence of 1-aminocyclopropane-1-carboxylicacid and Ethrel on phalaenopsis plantlets in vitro ······178
S.K.Ou—Chilling requirements of local peach trees in Taiwan ······251
S.Lian & C.L. Chen—Studies on Urea Transformation in Soils Under Upland Condition ······187
S.M.Chiu, H.Y.Lu & M.F.Hu—Investigation on the Agronomic and Yield Characteristics in Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) ······349
S.Y.Liu, J.Y.Wang, Y.T.Shyu & C.H.Duan—The Development and Adaptability of Dioscorea alata L. cv. Tainung No. 1 ······140
T.C.Deng, S.J.Tsao, S.W.Tsai, C.H.Huang & M.M.Tseng—Occurrence of potato viruses in Taiwan and resistance to virus Y of some promising clones as determined by ELISA ······361
T.H.Tseng, C.C.Chen & C.G.Chern—Variation in Fertility Rate, Plant Height, and Selection Efficiency for Progenies of Indica-Japonica Rice Hybrids in Relation to Generations of Backcross ······115
T.M.Jong—Induction of Parthenocarpy Ficus *awkeotsang* Makino ······271
W.C.Wang—Effects of Harvested Season on Fruit Quality of Guava (*Psidium guajava* L.) ······261
Y.T.Shyu & S.Y.Liu—Comparisons on the Agronomic Characteristics, Tuber Yield and Quality of Mai-Men-Tung Lines (Ophiopogon spp.) ······53

中 華 農 業 研 究

第四十一卷　　第 四 期

中華民國八十一年十二月出版

發 行 人：杜 金 池

總 編 輯：廖 慶 樑

編審委員：

農藝組：盧 煌 勝（主審）
呂 秀 英　陳 一 心　劉 大 江　劉 新 裕
蔡 新 聲

園藝組：蕭 吉 雄（主審）
沈 再 發　林 昭 雄　施 昭 彰　徐 信 次
曹 幸 之　陳 敏 祥　劉 政 道

農化組：連　 深（主審）
張 淑 賢　劉 慧 瑛

植病組：彭 金 騰（主審）
林 正 忠　程 永 雄　蔡 財 旺　蔡 武 雄

昆蟲組：羅 幹 成（主審）
何 琦 琛　鄭　 允　鄭 清 煥

農機組：梁 連 勝（主審）
陳 加 忠　顏 欽 崇

另聘請農業評議委員或各大學院校有關學者專家擔任審查委員。

Vol. 41, No. 4 Dec. 1992

JOURNAL OF
AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

PUBLISHER : Director, C. C. Tu

EDITOR IN CHIEF : C. L. Liaw

EDITORIAL BOARD :

S. Lian (Agri. Chemistry)	L. S. Liang (Agri. Machinery)
K. C. Lo (Applied Zoology)	H. S. Lu (Agronomy)
J. T. Peng (Plant Pathology)	C. H. Shaw (Horticulture)

EDITORIAL ADVISORY BOARD :

S. S. Chang	M. S. Chen	Y. S. Chen	C. H. Cheng
Y. Cheng	Y. H. Cheng	C. C. Her	J. J. Lin
J. S. Lin	D. J. Liu	H. I. Liu	J. D. Liu
S. Y. Liu	H. Y. Lu	T. F. Shen	J. C. Shih
J. J. Shy	S. T. Shyu	W. H. Tsai	S. J. Tsao
H. S. Tsay	T. W. Tsay	C. C. Yen	

Reviewers of Related Fields are Invited from Universities, other Research Organizations, and the Evaluation Committee of Agricultural Researches, Taiwan Provincial Department of Agriculture and Forestry.

統一編號
0308853810012

行政院新聞局出版事業登記證局版臺誌字一四八七號
中華郵政中臺字第〇三〇九號登記爲雜誌交寄

Vol. 41, No. 4 Dec. 1992

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

(Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research)

CONTENTS

Physiological Studies of Rice Tillers. V. Changes in N Contents during Grain-Filling in Relation to Grain Yield ……F. C. Chang and D. J. Liu…311

Effects of Yield Components and Agronomic Traits on Yield Stability of Japonica Rice ……H. Y. Lu, C. T. Lu and C. C. Chen…317

Genetic Variation and Yield Potential of Maize Population ETO Illinois ……H. S. Lu, C. L. Ho and G. J. Shieh…331

Evaluation of Early Generation Diallel Analysis in Peanuts ……K. H. Yang, W. L. Tsaur and Y. S. Cheng…338

Investigation on the Agronomic and Yield Characteristics in Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) ……S. M. Chiu, H. Y. Lu and M. F. Hu…349

Influence of Soil Water Status Treatment at Various Stages on Shoot Growth in Pear Trees ……J. C. Shih and W. M. Hsiang…357

Occurrence of potato viruses in Taiwan and resistance to virus Y of some promising clones as determined by ELISA ……T. C. Deng, S. J. Tsao, S. W. Tsai, C. H. Huang and M. M. Tseng…361

Development and Test of a Standard Calibration Device for Relative Humidity Sensors ……C. C. Chen and C. T. Tsao…371

Study on the Effect of Greenhouse Temperature for Shading equipment ……C. C. Chen and C. S. Chen…382

The Improvement of TARI Peanut Harvester ……L. S. Liang, S. R. Yen, J. R. Tsay and L. H. Lu…405

The application of Micro processor in Agriculture (一) Studies on the Improvement of citrus storage ……C. C. Lai…414

Study on The Pruning Implement of Subtropical Fruit Tree ……L. H. Lu, L. S. Liang, T. R. Tsai and Y. H. Teng…425

Published by

THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

Taichung, Taiwan, Republic of China